Mathématiques et politiques scientifiques en Saxe (1765-1851) : institutions, acteurs et enseignements

Thomas Morel

Thèse présentée pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université Bordeaux 1

École doctorale Sciences et Environnements

par **Thomas Morel**

Spécialité : Épistémologie et Histoire des sciences

Mathématiques et politiques scientifiques en Saxe (1765-1851). Institutions, acteurs et enseignements

---

Sous la direction de Pascal Duris, Professeur des Universités
et Layla Raïd, Professeur des Universités

Membres du jury :

Maarten Bullynck, maître de conférences à l'Université Paris VIII	Examinateur
Pascal Duris, professeur à l'Université Bordeaux 1	Directeur
Hélène Gispert, professeure à l'Université Paris-Sud	Rapporteur
Pierre Lamard, professeur à l'Université de technologie de Belfort-Montbéliard	Rapporteur
Jeanne Peiffer, directeur de recherche au CNRS	Examinateur
Layla Raïd, professeure à l'Université de Picardie Jules-Verne	Directeur

Soutenue le 9 septembre 2013

Document écrit avec LaTeX

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Pascal Duris et Layla Raïd, pour leurs précieux conseils méthodologiques et pour avoir encadré ce travail, ainsi que Maarten Bullynck, Hélène Gispert, Pierre Lamard et Jeanne Peiffer, qui ont accepté de participer au jury de cette thèse.

J'aimerais également remercier pour leur aide les archivistes des différentes institutions saxonnes et allemandes. Aux archives de la *Technische Universität* de Freiberg, le Dr. Herbart Kaden et tout particulièrement Roland Volkmer ont fait preuve d'une grande patience et d'un appui précieux, tout comme Angela Kießling à la bibliothèque universitaire de Freiberg. Merci également à Petra Hesse et Sandy Muhl des archives de l'université de Leipzig, à Karin Keller des archives de l'université de Halle-Wittenberg, ainsi qu'au personnel des archives de la *Staatsbibliothek* de Berlin, Ragna Nicolaus, Romy Hartmann et les autres membres de l'*Hauptstaatsarchiv Dresden*, de la bibliothèque universitaire de Dresde et des archives de Wolfenbüttel. Je remercie aussi l'Institut français d'histoire en Allemagne pour avoir financé l'un de mes séjours de recherche, en juillet et août 2010, au *Max-Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte* de Berlin.

Merci à Gert Schubring et Martin Toeppel pour leurs conseils, à Herwig Säckl, Ursula Klein et Karl-Heinz Schlote pour leur aide bibliographique, ainsi qu'aux membres du groupe de travail sur « *Les sciences mathématiques 1750-1850 : continuités et ruptures* », organisé à l'Institut de mathématiques de Jussieu par Christian Gilain et Alexandre Guilbaud, pour m'avoir permis d'exposer certaines des idées développées dans ce travail et pour leurs questions et suggestions pertinentes. Pour certains problèmes ardus de traduction, je voudrais remercier Brendan Oswald pour le latin, Lucy Blackmore pour l'anglais et Stefanie Gömann pour l'allemand.

Cette thèse a été réalisée au sein du laboratoire « Sciences, Philosophie, Humanités » (EA 4574) des universités Bordeaux 1 et Bordeaux 3.

Sommaire

Résumé de la thèse

L'objet de notre travail est d'étudier les évolutions de la discipline mathématique dans l'État de Saxe, entre la fin de la guerre de Sept Ans (1756-1763) et 1851. Le tournant du XIX^{e} siècle est souvent considéré comme une période creuse des mathématiques allemandes, en l'absence de figures importantes ou de découvertes théoriques majeures. Ce n'est que dans le second quart du siècle que la discipline aurait pris son essor, menée par une nouvelle génération d'universitaires prussiens. Le point de départ de notre thèse visait à appréhender la période qui précède ce développement, afin d'éclaircir ses origines. En étudiant les évolutions sociales et institutionnelles des mathématiques, nous montrons que cette époque est riche en réflexions sur leur rôle et leurs méthodes. Une attention particulière est portée aux transformations des institutions scientifiques et techniques dans lesquelles elles sont pratiquées. Le tournant du XIX^{e} siècle voit l'apparition d'institutions techniques supérieures, ainsi que le début d'une utilisation systématique des mathématiques, d'une exigence d'utilité (*Brauchbarkeit*), voire d'une mathématisation de nombreuses activités de la vie civile. La place de la discipline dans l'ordre des connaissances scientifiques est modifiée tandis que le profil du mathématicien change considérablement.

Pour évaluer ces transformations, il nous a paru judicieux de se focaliser sur la Saxe, un petit État allemand situé entre la Prusse et la Bavière. La Prusse, souvent vue comme le creuset du renouveau des mathématiques allemandes, a fait l'objet d'études multiples. Notre analyse systématique d'un État voisin permet donc des comparaisons multiples et enrichissantes. Les fonds d'archives de l'administration saxonne et des diverses institutions scientifiques sont en outre d'une qualité exceptionnelle. Puisque le territoire étudié est d'une taille relativement modeste, il nous a été possible d'exploiter systématiquement la totalité des données disponibles, et de considérer chaque institution non pas comme une entité isolée, mais en rapport avec l'ensemble des lieux où l'on enseigne ou pratique les mathématiques. Les universités de Leipzig et Wittenberg, l'Académie des mines de Freiberg, l'Académie forestière de Tharandt, l'Institut de formation technique de Dresde, ainsi que l'École professionnelle supérieure de Chemnitz ont fait l'objet d'une étude détaillée ; l'enseignement secondaire, classique et professionnel, a lui aussi été analysé en détail.

Les travaux d'histoire institutionnelle qui existent déjà sur cet État négligent bien souvent l'enseignement des mathématiques, qui sont considérées comme une science auxiliaire (*Hilfswissenschaft*) dans les instituts techniques ou comme une propédeutique à l'université. Comprendre leur évolution suppose cependant d'élucider l'articulation entre les mathématiques et les autres disciplines. Pour cela, nous avons dépouillé plusieurs types de sources de manière systématique. Pour les institutions sous le contrôle direct de l'administration saxonne, nous avons cherché à reconstruire le rôle des mathématiques en termes de politiques

scientifiques. Cela passe par une étude méthodique des rapports envoyés par les professeurs aux ministères, des modifications de programmes - dont les motifs sont âprement discutés -, du contenu des enseignements, des nominations, ainsi que du lien entre l'activité d'enseignement et la publication de nouveaux résultats. Nous montrons que, dans l'ensemble des institutions techniques saxonnes, les mathématiques sont peu présentes lors de leur création. Des traditions influentes et originales se mettent cependant en place au fil des réformes, fortement influencées par des mathématiciens attentifs au développement et à la mise en pratique des connaissances qu'ils enseignent. Cela permet aux établissements techniques d'atteindre rapidement une spécialisation importante et d'intégrer un enseignement régulier des mathématiques supérieures bien avant l'université. Pour celle-ci, qui bénéficie d'une autonomie politique relative, nous avons clarifié les rapports avec l'État saxon et montré que l'influence de ce dernier, sans être inexistante, reste mineure jusque dans les années 1830. Le dépouillement des programmes universitaires de 1774 à 1850 nous a ensuite permis de distinguer nettement plusieurs périodes et d'étudier l'histoire des mathématiques sous un angle nouveau.

Afin d'obtenir un panorama aussi complet que possible des mathématiques saxonnes et de leurs évolutions, nous avons également entrepris de recenser l'ensemble des mathématiciens actifs entre 1765 et 1851. Cette étude de cas contribue à la compréhension du phénomène de professionnalisation qui accompagne l'institutionnalisation des mathématiques. Elle permet également d'apporter un contrepoint à notre analyse institutionnelle qui fait souvent la part belle aux structures au détriment des individus. Nous montrons comment, en Saxe, la différentiation des disciplines s'accompagne d'une spécialisation en termes de professions. À la fin du XVIII^e^ siècle, il est difficile de faire le portrait-type d'un mathématicien, souvent autodidacte, qui peut être un technicien ou un philosophe, un amateur ou un académicien, sans qu'aucune de ces catégories ne soit exclusive. Au milieu du siècle suivant, le mathématicien est devenu un professionnel, qui a suivi une formation scientifique, travaille dans une institution et possède une position sociale définie, qu'il soit enseignant, professeur ou ingénieur.

Nous nous sommes enfin efforcé de garder un lien constant entre les évolutions des mathématiques et de la société saxonne. Pour cette raison, nous avons choisi d'envisager le terme d'institution dans un sens large, sans nous cantonner aux établissements d'enseignement. Cela amène à analyser notamment les journaux scientifiques, nombreux en Saxe, dont la chronologie témoigne de l'évolution de la discipline. Les journaux savants du XVIII^e^ siècle sont progressivement remplacés par des périodiques spécialisés dans lesquels les mathématiques font soit l'objet de recherches théoriques approfondies, soit d'une utilisation dans divers domaines techniques. Les multiples associations témoignent du lien croissant qui se développe entre les mathématiques et les domaines technique et industriel. Nous montrons enfin que les mathématiciens occupent une place de premier plan dans ces institutions, et ainsi qu'il existe un lien étroit entre les milieux scientifiques et techniques ; il faut en conclure que les mathématiques sont directement impliquées dans l'industrialisation rapide du pays, ce qui n'avait pas jusque-là été mis en évidence.

Dans un premier chapitre, nous étudions les mathématiques dans les universités de Leipzig et de Wittenberg. Nous analysons tout d'abord le rôle de l'institution universitaire à la fin du XVIIIe siècle, puis nous montrons l'existence d'un lien étroit entre sciences camérales et mathématiques à l'université de Wittenberg. Pour celle de Leipzig, nous proposons une histoire institutionnelle de l'école d'analyse combinatoire, menée par C.F. Hindenburg, qui a joué un rôle de premier plan dans l'essor des mathématiques pures en langue allemande. L'analyse des nominations des professeurs, des enseignements et des publications des mathématiciens fait ressortir le caractère volontaire, novateur et exceptionnel de ce mouvement. Notre étude institutionnelle conforte la définition de première école de mathématiques pures germanophone qui lui est aujourd'hui donnée, et permet d'expliquer sa brutale disparition en Saxe en 1808. L'abandon du programme combinatoire marque le début d'une période de crise pour les mathématiques universitaires saxonnes qui n'avait jusque-là pas été identifiée. Nous essayons d'expliquer la chute du niveau et du nombre d'enseignements, en montrant l'absence d'une politique scientifique. Dans le second quart du XIXe siècle, sous l'impulsion de M.W. Drobisch, Leipzig inaugure une tradition originale en liant mathématiques, philosophie et sciences naturelles. Cette évolution, jusqu'ici occultée par le succès des mathématiques pures en Prusse, possède des caractéristiques propres.

Le deuxième chapitre est consacré à l'histoire de l'Académie des mines (*Bergakademie*) de Freiberg, fondée en 1765. Nous faisons ressortir la place qu'y occupe l'enseignement des mathématiques, souvent minoré dans l'historiographie au profit de la chimie et de la minéralogie. Il s'agit en effet de la seule académie des mines germanophone où les mathématiques supérieures sont enseignées dès la fin du XVIIIe siècle. Le rôle de J.F. Lempe nous semble décisif puisqu'il inaugure une tradition de recherche en mathématiques pratiques avec son *Magazin für die Bergbaukunde* (1785-1799) ; il instaure également une approche nouvelle de l'enseignement des mathématiques dans les institutions techniques. Le rôle des mathématiques dans l'exploitation des mines fait en Saxe l'objet de discussions fréquentes avec l'administration, et cette politique scientifique assure à la Bergakademie une position unique en Europe. La dernière partie du chapitre propose une histoire de la géométrie souterraine (*Markscheidekunst*) en Saxe, en montrant que l'Académie a fourni un cadre favorable au sein duquel les mathématiciens ont pu mettre au point une tradition de mathématiques pratiques originales.

Le troisième chapitre présente l'Académie forestière de Tharandt, créée en 1816. Cette institution constitue une illustration supplémentaire, et inattendue, du processus de rationalisation de l'économie saxonne par l'intermédiaire des mathématiques élémentaires. Nous

étudions ensuite la genèse complexe de l'Institut de formation technique, fondé en 1828 à Dresde, afin de comprendre le rôle attribué aux mathématiques en Saxe, et de combattre le mythe répandu selon lequel l'École polytechnique de Paris aurait servi de modèle. Son évolution jusqu'en 1851, date à laquelle l'Institut prend le nom d'École polytechnique, fait ressortir l'importance de la figure de J.A. Schubert, ainsi que le rôle croissant joué par les mathématiques dans l'industrialisation de la Saxe. Nous retraçons ensuite l'apparition d'une filière technique en Saxe, et d'une nouvelle profession, celle de l'ingénieur moderne, qui utilise les mathématiques supérieures dans le domaine technique. L'essor de la vapeur et du chemin de fer dans cet État est activement soutenu par les mathématiciens, dont les actions variées en ce sens sont mises en évidence.

Le dernier chapitre est consacré à l'enseignement secondaire des mathématiques en Saxe. Nous clarifions systématiquement les liens avec les institutions précédemment étudiées, ainsi que la participation aux réformes scolaires des mathématiciens saxons. Après avoir expliqué l'absence des mathématiques dans le secondaire et le bas statut social du *Mathematicus* à la fin du XVIII^{e} siècle, nous décrivons les enjeux du débat sur leur introduction dans les écoles secondaires classiques. La création d'un ministère de l'éducation en 1831 aboutit à une prise de contrôle de l'État sur l'enseignement secondaire, et à l'introduction progressive des mathématiques dans les programmes. Le rôle actif des mathématiciens saxons, en particulier de M.W. Drobisch, est souligné, leurs contributions aux réformes analysées. Notre conclusion est que la professionnalisation de l'enseignement des mathématiques secondaires en Saxe est un processus original, notamment par rapport à l'exemple prussien.

Nous avons présenté un certain nombre d'annexes, à la fois pour faciliter la compréhension de notre travail et pour renforcer ponctuellement l'argumentation. Nous avons réalisé des diagrammes qui présentent, aux deux bornes de la période que nous étudions, l'organisation des institutions scientifiques et leurs liens avec le pouvoir politique, ainsi qu'une chronologie des principales réformes institutionnelles. L'ensemble des cours de mathématiques proposés à Leipzig entre 1774 et 1850 ont été extraits des programmes universitaires, rassemblés et traduits. Nous les présentons sous forme de tableaux, accompagnés de diagrammes qui mettent en valeur les résultats les plus marquants. Plusieurs programmes d'enseignement des mathématiques conservés dans les archives de diverses institutions ont été reproduits. L'ensemble des mémoires publiés dans les comptes rendus annuels des instituts techniques saxons ont été reproduits. Nous avons enfin établi, pour chaque mathématicien saxon, une notice biographique, qui permet à la fois de situer un individu, mais également d'obtenir un panorama du milieu mathématique saxon et de son évolution. Un index des noms et un index des institutions complètent ce travail.

Mots-clés : histoire des mathématiques ; Saxe ; histoire institutionnelle ; histoire de l'enseignement ; Université de Leipzig ; Académie des mines de Freiberg.

Thesis Summary

This work aims at studying the evolution of the mathematical sciences in the state of Saxony, from the end of the Seven Years' War (1756-1763) to the middle of the nineteenth century. The turn of the nineteenth century is often considered as a quiet period for German mathematics, in the absence of major figures or important theoretical discoveries. The discipline would have taken off only in the second quarter of the century, led by a new generation of Prussian academics. Our starting point was to capture this very period : by studying the social and institutional evolutions of mathematics, we show that this is a rich time for considerations of it's role and methods. Particular attention is given to the transformations of scientific and technical institutions in which mathematics are used. Most notable are the creation of higher technical schools, the beginning of a systematic use of mathematics in civilian life, the demand of practicability (*Brauchbarkeit*) and a mathematization of many activities. The status of mathematics and its position among scientific disciplines are modified, while the profile of the average mathematician changes considerably.

In order to assess these transformations, we have carried out a detailed study of Saxony, a small German state located between Prussia and Bavaria. Prussia, often seen as the origin for the renewal of mathematics, has already been the subject of several analyses. A systematic investigation of a neighbouring state allows for numerous and fruitful comparisons. Moreover, the available archival material of the Saxon state and of the various scientific institutions is of great quality. Given the small geographical size of this territory, we were able to use all of the available data and to study each institution not only as an isolated entity, but also in relationship with the other places where mathematics was taught and practised. The universities of Leipzig and Wittenberg, the mining academy of Freiberg, the forest academy of Tharandt, the polytechnic school of Dresden and the higher professional school of Chemnitz have been studied in detail ; secondary education, both classical and professional, has also been investigated.

Existing works in institutional history about Saxony often neglect mathematical teaching, which is considered as an auxiliary science (*Hilfswissenschaft*) in technical schools and seen as propedeutical in the universities. Understanding its evolution presupposes the clarification of the relationship between mathematics and the other disciplines. To this end, we went through different kinds of sources in a systematic way. For the institutions under the direct control of the state, we sought after reconstructing the role of mathematics in their scientific policies. This implies a methodical study of professors reports to the ministries, curriculum alterations whose reasons are bitterly discussed, teaching content, appointments of mathematics professors and creation of chairs, as well as of the links between teaching activity and publication of textbooks or new results. We show that, in all of

Saxony's technical schools, mathematics are barely present in the first years. Influential and original traditions nevertheless appear over the years, directed by mathematicians mindful of the development and use of theoretical knowledge. Technical schools therefore reach an important specialization and introduce a regular teaching of higher mathematics long before the university. In Leipzig, where professors and faculties are partially autonomous from the state, we showed that government's influence is not inconsiderable, but becomes determinant only during the 1830's. The examination of all university programs from 1774 to 1850 allows us to clearly characterize different stages and to get a new understanding of the history of mathematics in Leipzig.

In order to get a comprehensive overview of Saxon mathematics and its evolution, we also made a list of all the mathematicians who worked between 1765 and 1851. This case study contributes to the global understanding of the professionalization process. It helps balancing our institutional analysis that underlines the importance of structures over individuals. We show that the progressive distinction of scientific disciplines is in Saxony related to a specialization in professions. At the end of the eighteenth century, it is difficult to draw the profile of the average mathematician, often an autodidact, who can be a technician as well as a philosopher, an amateur or an academician, but also any combination of these elements. In the middle of the following century, a mathematician is a professional who has received a scientific education, works in a definite institution and has a higher social status, whether teacher, professor or engineer.

We tried to keep a constant connection between the evolutions of mathematics and of the Saxon society. This is why we chose to consider the term « institution » in a broad sense and not to restrict it to the teaching institutions. This implies to analyse the scientific journals, which are numerous in Saxony and whose chronology show the evolution of mathematics. Learned journals of the eighteenth century are gradually replaced with specialized periodicals, in which mathematics are either a theoretical research theme or a tool for various technical uses. Another important kind of institutions are the scientific and technological societies : in Saxony, the many associations testify to a growing interaction between scientific and technical spheres. We conclude that mathematics are directly implicated in the rapid industrialization of this state, a fact that had not been previously highlighted.

In the first chapter, we study the mathematics in the universities of Leipzig and Wittenberg. We analyse the role of the academic institution at the end of the eighteenth century and show a close relationship between cameral sciences and mathematics at the university of Wittenberg. In Leipzig, we propose an institutional history of the combinatorial school, led by C.F. Hindenburg, that played a prominent part in the blossoming of pure mathematics in the German language. Studying the appointments, teaching programs and publications at the end of the century show the voluntary and innovative role of this movement. Our institutional analysis backs up its current characterization as the first German school for pure mathematics and helps explaining its sudden disappearance in 1808. This marks the beginning of a crisis period for university mathematics in Saxony that had not been previously noted. We try to explain the falling standard of teaching content by showing the lack of a coherent scientific policy. In the second quarter of the century, Leipzig embraces at M.W. Drobisch's behest an original way, linking mathematics, philosophy and natural sciences. This tradition, occulted by the success of pure theoretical mathematics in Prussia, has its own characteristics.

The second chapter deals with the history of the mining academy (*Bergakademie*) of Freiberg, founded in 1765. We highlight the position of mathematics teaching, often downplayed in the historiography compared with chemistry and mineralogy. Freiberg is namely the only German mining academy at which higher mathematics are taught since the end of the eighteenth century. The action of J.F. Lempe seems to have been decisive, since he inaugurates a research tradition in practical mathematics, particularly with its *Magazin für die Bergbaukunde* (1785-1799). He also pioneers a new approach for mathematics teaching in technical schools. The place of mathematics in mining operations is frequently discussed with the administration, and this scientific policy secures the leading position of the *Bergakademie* in Europe. The last part of this chapter outlines a history of subterranean geometry (*Markscheidekunst*) in Saxony, showing that the mining academy has set out a favourable frame in which mathematicians have developed an original tradition in practical mathematics.

The third chapter presents the other Saxon technical institutions, beginning with the forest academy of Tharandt created in 1816. This institute is another, if unexpected, example of the rationalization process of Saxon economy through elementary mathematics. We study the complex roots of the Institute for Technical Education, founded in 1828 in Dresden, in order to understand the place given to mathematics in technical education in Saxony. This explodes the myth that the Polytechnic School in Paris would have been a model. Its evolution until 1851, when it officially becomes a polytechnic school, shows the importance of J.A. Schubert as well as the growing role of mathematics in the industrialization of Saxony. We then recount the forming of a technical course and of a new profession, the modern engineer who uses higher mathematics in the technical field. This is exemplified by showing the implication of mathematicians in the introduction of steam and railway in Saxony.

The last chapter is dedicated to the secondary teaching of mathematics in Saxony. We clear up the relationships that exist with the preceding institutions as well as the involvement of Saxon mathematicians in the school reforms. After explaining the lack of mathematics in secondary teaching and the low social status of the *Mathematicus* at the end of the eighteenth century, we describe the issues of the debate about its introduction in the classical secondary schools. When a Ministry of Education is created in 1831, the state

takes over responsibility for secondary education, and mathematics is gradually introduced into the programs. The active participation of Saxon mathematicians, particularly of M.W. Drobisch, is underlined and their written contributions to the reforms are analysed. We conclude that the professionalization of secondary mathematics teaching in Saxony forms an original process, notably different from the Prussian example.

The addenda aim both at making the work more understandable and at strengthening the argumentation from time to time. We constructed diagrams presenting the organization of scientific institutions and their links with the administration, both in 1765 and 1851. The mathematics lectures at the university of Leipzig from 1774 to 1850 have been extracted, ordered and translated from the programs. We present them in a table, with diagrams that highlight some of the most important results. Mathematical syllabuses from the higher schools of Tharandt, Dresden and Chemnitz have been translated from the archives of the Saxon ministries. For each Saxon mathematician, we then give a short biographical notice, which aims at placing the character in its times, but also to give an overview of the mathematical community in Saxony. An *index nominum* and an *index locorum* end this work.

Keywords : history of mathematics ; Saxony ; institutional history ; history of education ; Leipzig University ; Freiberg Mining Academy.

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Entwicklungen der mathematischen Disziplinen vom Ende des Siebenjährigen Krieges (1756-1763) bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts im Königreich Sachsen zu untersuchen. In Ermangelung großer Mathematiker oder bedeutender theoretischer Entdeckungen wird dieser Zeitraum oft als eine Flaute für die deutsche Mathematik bezeichnet. Erst im zweiten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts habe die Disziplin auf Betreiben einer neuen Generation preußischer Akademiker einen Aufschwung genommen. Ansatzpunkt unserer Dissertation war, die Vorgeschichte dieses Aufschwungs zu untersuchen, um seine Ursachen zu klären. Im Gegensatz zu dieser gängigen Annahme, zeigen die Ergebnisse unserer Forschung der sozialen und institutionellen Entwicklungen in der Mathematik, dass dieser Zeitraum voller Überlegungen über Methoden und Ziele dieser Wissenschaft ist. Den Umbauten wissenschaftlicher und technischer Institutionen, in denen Mathematik betrieben wurde, wird eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Um die neunzehnte Jahrhundertwende bilden sich nicht nur neue höhere technische Institutionen aus, sondern auch die systematische Anwendung der Mathematik erlebt ihre Anfänge. Darüber hinaus gewinnt die Forderung nach der praktischen Anwendbarkeit (*Brauchbarkeit*) an Bedeutung und die Mathematisierung dringt in viele Geschäftsbereiche des bürgerlichen Lebens ein. Der Stellenwert der Mathematik im Gebiet der Erkenntnis verändert sich ebenso wie das Bild des Durchschnittsmathematikers.

Um diese Veränderungen einschätzen zu können, hielten wir es für sinnvoll, das Königreich Sachsen ausführlich zu betrachten. Als sogenannter Ursprungsort der mathematischen Wiederbelebung in Deutschland, ist Preußen bereits Gegenstand zahlreicher Analysen. Die systematische Untersuchung eines Nachbarstaates eignet sich für vielseitige und lehrreiche Vergleiche, insbesondere weil das Archiv des sächsischen Staates sowie der verschiedenen Institutionen sehr aufschlussreich sind. Aufgrund der beschränkten Größe unseres Untersuchungsgebietes war es möglich, jede Institution nicht nur als isolierte Einheit, sondern im Verhältnis zu anderen Orten zu untersuchen. So wurden die Universitäten Leipzig und Wittenberg, die Bergakademie Freiberg, die Forstakademie Tharandt, die polytechnische Schule Dresden sowie die höhere Gewerbeschule Chemnitz ebenso detailliert erforscht wie die Gelehrten- und die mittleren Gewerbeschulen.

Vorhandene Arbeiten in der institutionellen Geschichte Sachsens lassen oft die mathematische Bildung außer Acht, da sie als Hilfswissenschaft in den technischen Anstalten und als Propädeutik in den Universitäten betrachtet wird. Um ihre Entwicklung zu verstehen muss man jedoch die Beziehungen zwischen Mathematik und anderen Fächern erläutern. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Arten von Quellen in systematischer Weise ausgewertet : Für die Institutionen unter der unmittelbaren Aufsicht des Staates haben wir versucht, den Stellenwert der Mathematik als Wissenschaftspolitik zu betrachten. Dies machen eine methodische Untersuchung, sowohl anhand der Berichte der Professoren an den Ministerien,

als auch anhand der Lehrpläneveränderungen - dessen Gründe ausführlich besprochen werden -, sowie eine Analyse des Fächerinhalts, der Berufungen und der Beziehungen zwischen der Lehre und dem Publizieren neuer Ergebnisse, erforderlich. Wir zeigen, dass die Mathematik während der Gründerzeit einen bescheidenen Stellenwert einnimmt. Unter dem Einfluss von Mathematikern, die auf die Entwicklung und Umsetzung ihrer Fachkenntnisse achten, entstehen jedoch im Zuge von Reformen, einflussreiche und eigenständige Traditionen . Die technischen Anstalten erlangen daher schnell eine erhebliche Spezialisierung und führen die regelmäßige Lehre der höheren Mathematik deutlich vor den Universitäten ein. Im Rahmen der Untersuchung wird außerdem gezeigt, dass die Universitäten zum Teil politisch unabhängig sind und der staatliche Einfluss bis 1830 zweitrangig bleibt. Die Auswertung der Vorlesungsverzeichnisse von 1774 bis 1850 erlaubt uns im Anschluss daran die Unterscheidung verschiedener Zeiträume und die Geschichte der Mathematik an den Universitäten Leipzig und Wittenberg erneut zu untersuchen.

Um ein möglichst breites Panorama der sächsischen Mathematik und ihrer Entwicklung abzubilden, wurden alle Mathematiker, die zwischen 1765 und 1851 tätig waren, in einem Verzeichnis aufgenommen. Dieses Fallbeispiel leistet einen Beitrag zum Verständnis des Professionalisierungsprozess, der mit der Institutionalisierung der Mathematik verbunden ist. Es bildet zugleich ein Gegenstück zu unserer institutionellen Analyse, die manchmal die Strukturen zum Nachteil der Personen begünstigen kann. Wir zeigen, wie in Sachsen die Disziplinardifferenzierung von einer beruflichen Spezialisierung begleitet ist. Am Ende des achtzehnten Jahrhunderts lässt sich keine einheitliche Beschreibung eines durchschnittlichen Mathematikers erstellen. Er ist manchmal Autodidakt, kann aber sowohl Techniker als auch Philosoph, Amateur oder Akademiker sein. Erst Mitte des folgenden Jahrhunderts ist der Mathematiker zu einem Fachmann geworden, der über eine wissenschaftliche Bildung verfügt, in einer Institution arbeitet und eine bestimmte soziale Lage besitzt, sei es Lehrer, Professor oder Ingenieur.

Wir haben uns bemüht, eine ständige Rückkopplung zwischen den Entwicklungen der Mathematik und der sächsischen Gesellschaft herzustellen. Aus diesem Grund haben wir eine breite Definition des Begriffs « Institution » verwendet, ohne uns dabei nur auf die Lehranstalten zu beschränken. Deshalb haben sind unter anderen mehrere wissenschaftliche Zeitschriften untersucht worden, die in Sachsen veröffentlicht worden sind, und deren Chronologie die Entwicklung der Disziplin zeigt. Gelehrte Zeitungen des 18. Jahrhunderts wurden allmählich durch Fachzeitschriften ersetzt, in welchen die Mathematik entweder den Gegenstand vertiefter theoretischer Untersuchungen oder aber Gegenstand von Auswertungen in verschiedenen technischen Gebiete ist. Zahlreiche Vereine beweisen ferner, dass sich eine wachsende Beziehung zwischen Mathematik und technischen bzw. industriellen Gebieten entwickelt. Schließlich zeigen wir, dass die Mathematiker in diesen Institutionen eine Vorrangstellung einnimmt. und dass eine enge Verknüpfung zwischen wissenschaftlichen und technischen Gemeinschaften existiert. Daraus lässt sich schließen, dass die Mathematik unmittelbar an der schnellen Industrialisierung des Landes teilnimmt, eine Tatsache die bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden war.

Im ersten Kapitel erforschen wir die Mathematik in den Universitäten Leipzig und Wittenberg. Wir untersuchen zuerst die Funktion der akademischen Institution am Ende des 18. Jahrhunderts, und beweisen, dass an der Universität Wittenberg eine enge Beziehung zwischen mathematischen- und Kameralwissenschaften besteht. Im Leipzig bieten wir eine institutionelle Geschichte der kombinatorischen Schule, von C.F. Hindenburg geführt, die einen wichtigen Anteil an dem Aufschwung der deutschsprachigen reinen Mathematik hat. Die Durchforschung der Denominationen von Professoren, Dozenten und die Veröffentlichungen von Mathematikern hebt die Neuheit und die Originalität dieser Bewegung hervor. Unsere institutionelle Untersuchung bestätigt ihre Definition als erste deutsche Schule für reine Mathematik und kann auch ihr plötzliches Verschwinden in Sachsen um 1808 erklären. Die Aufgabe des kombinatorischen Programms kennzeichnet den Anfang einer Krisenphase der akademischen Mathematik in Sachsen, die bisher nicht erkannt worden war. Wir versuchen, den Sturz im Ansehen und in der Anzahl der mathematischen Vorlesungen durch den Mangel an einer klaren Wissenschaftspolitik zu erklären. Im zweiten Viertel des 19. Jahrhunderts führt Leipzig unter dem Einfluss M.W. Drobisch eine eigenständige Tradition ein, die Mathematik, Philosophie und Naturwissenschaften verknüpft. Diese Entwicklung, die ihre eigenen Merkmale besitzt, wurde bis jetzt von dem Erfolg der reinen Mathematik in Preußen vernebelt.

Das zweite Kapitel befasst sich mit der Geschichte der Bergakademie Freiberg, die 1765 gegründet wurde. Wir betonen die Wichtigkeit des Mathematikunterrichts, welche oft zugunsten der Chemie und der Mineralogie unterbewertet wird. Es handelt sich um die einzige deutschsprachige Bergakademie, an der höhere Mathematik bereits am Ende des 18. Jahrhunderts gelehrt wurde. J.F. Lempe scheint uns eine entscheidende Rolle gespielt zu haben, da er mit seiner *Magazin für die Bergbaukunde* (1785-1799) eine Forschungstradition in der praktischen Mathematik begründet hat. Er war auch für die Einführung eines neuen Vorgehens im Mathematikunterricht in den technischen Lehranstalten verantwortlich. Die Stellung der Mathematik in der Bergbaukunde wurde in Sachsen oft mit dem Oberbergamt besprochen und diese Wissenschaftspolitik sicherte der Bergakademie einen einzigartigen Platz zu. Der letzte Teil des Kapitels präsentiert die Geschichte der Markscheidekunst in Sachsen und zeigt, dass die Bergakademie Freiberg eine günstige Umgebung darstellt, in der die Mathematiker eine einzigartige Tradition der praktischen Mathematik entwickelt konnten.

Das dritte Kapitel stellt zunächst die Forstakademie Tharandt, die im Jahr 1816 gegründet wurde, vor. Diese Anstalt führt ein neues und unerwartetes Beispiel des Rationalisierungsprozesses der sächsischen Wirtschaft durch elementare Mathematik ein. Anschließend wird die komplexe Entwicklungsgeschichte der technischen Bildungsanstalt zu Dresden untersucht, die 1828 gegründet wurde, um die Stellung der technischen Mathematik in Sachsen zu verstehen. In der Folge wird der Mythos einer Influenz der *École polytechnique* von Paris angefochten. Die Entwicklung der Anstalt bis in das Jahr 1851, als sie in Polytechnische Schule umbenannt wurde, zeigt sowohl die Rolle von J.A. Schubert als auch den zunehmenden Einfluss der Mathematik auf der Industrialisierung Sachsens auf. Schließlich untersuchen wir den Aufbau eines technischen Studiengangs in Sachsen, und das Auftreten eines neuen Berufsstandes - der moderne Ingenieur - der die höhere Mathematik im technischen Umfeld anwendet. Der Aufschwung der Dampfenergie und der Eisenbahn wurde in diesem Staat aktiv von Mathematikern unterstützt, deren verschiedenen Tätigkeiten betont werden.

Der letzte Kapitel befasst sich mit dem Mathematikunterricht in den gelehrten Schulen des Königreich Sachsens. Wir hellen die Beziehungen der bisherigen Studieninstitutionen auf und analysieren die Teilnahme sächsischer Mathematiker an den Reformen. Nach Erklärung der Vernachlässigung der Mathematik in den Schulen und des sozialen Stands des Mathematicus, beschäftigen wir uns mit Fragen, die mit der Einführung der Mathematik in klassischen gelehrten Schulen verbunden sind. Die Gründung eines Ministeriums des öffentlichen Unterrichts 1831 führt zu einer steigenden Kontrolle der gelehrten Schulen durch den Staat und zu einer allmählichen Einführung der Mathematik im Curriculum. Betont wird die aktive Beteiligung sächsischer Mathematiker, insbesondere von M.W. Drobisch. Ein besonderer Fokus liegt auf ihren Beiträgen zu den Reformen. Unsere Überzeugung ist es, dass die Professionalisierung des Mathematikunterrichts in Sachsen einen einzigartigen Prozess darstellt, insbesondere gegenüber dem preußischen Beispiel.

Wir haben mehrere Anhänge hinzugefügt, sowohl um das Verständnis zu erleichtern, als auch um unsere Argumentation an einigen Stellen zu untermauern. Anhand von Diagrammen stellen wir die zeitlichen Grenzen unserer Studie sowie die Organisation der wissenschaftlichen Anstalten und ihre Beziehungen mit der politische Macht dar. Alle mathematische Vorlesungen, die an der Universität Leipzig zwischen 1774 und 1850 angekündigt worden sind, sind aus den akademischen Vorlesungsverzeichnissen ausgesucht, gesammelt und übersetzt worden. Wir haben sie in einer Tabelle zusammengefasst und die bedeutendsten Ergebnisse werden in Diagrammen präsentiert. Mehrere mathematische Programme, die im Archiv der verschiedenen Institutionen zu finden sind, sind abgeschrieben und übersetzt worden. Die gesamte Liste der wissenschaftlichen Abhandlungen, die in Schulprogrammen der technischen Bildungsanstalten veröffentlicht worden sind, ist dargestellt worden. Für jeden sächsischen Mathematiker wurde schließlich eine kurze Zusammenfassung der Biografie geschrieben, um die Person nicht nur im historischen Kontext einordnen zu können, sondern auch um einen Überblick über das mathematische Umfeld in Sachsen und ihrer Entwicklungen zu gewinnen. Ein Sach- und ein Personenregister schließen diese Arbeit ab.

Schlagwörter : Geschichte der Mathematik ; Sachsen ; institutionelle Geschichte ; Geschichte des Mathematikunterrichts ; Universität Leipzig ; Bergakademie Freiberg.

Introduction

Entre la fin de la guerre de Sept Ans (1756-1763) et le milieu du XIX[e] siècle, la figure du mathématicien dans l'espace germanophone subit des tranformations radicales. L'objet de sa discipline évolue, tout comme son statut social ; l'une des évolutions les plus spectaculaires est sans conteste l'institutionnalisation des mathématiques. En 1851, lorsque la Saxe se dote d'une École polytechnique, on ne trouve plus que des traces résiduelles du statut d'amateur ou des pratiques intermittentes qui caractérisaient un nombre considérable des mathématiciens jusqu'à la fin du siècle précédent. Regrettée par certains, l'approche universaliste du *Gelehrter*, figure du savant allemand polymathe, n'en est pas moins délaissée au profit d'une spécialisation croissante. Le mathématicien est devenu un professionnel qui travaille dans une institution, qu'il soit académicien, professeur, ingénieur ou enseignant. La discipline mathématique, solidement différenciée, fournit outils et méthodes à de multiples domaines des sciences naturelles et des techniques ; en Saxe, elle se révèle de plus un levier actif et efficace de la révolution industrielle. Les mathématiciens y sont membres de comités d'expertise, de sociétés savantes, tandis que leurs travaux de recherche sont publiés dans plusieurs journaux spécialisés bien différents des périodiques du siècle précédent. La transmission des connaissances est partie prenante de ce processus, car la professionnalisation de la recherche et de l'utilisation des mathématiques s'accompagne de celle de leur enseignement. Au milieu du XIX[e] siècle, un mathématicien saxon doit avoir reçu une éducation scientifique et les derniers autodidactes approchent lentement de la retraite. Les transformations liées à l'institutionnalisation des mathématiques, les débats qui les accompagnent et les modalités de leur mise en place, étudiés dans le cadre restreint de l'État de Saxe, forment le sujet de notre travail. Il cherche à étudier en quoi les créations et les réformes d'institutions techniques et scientifiques, avec les enjeux sociaux et politiques variés qui y sont liés, ont contribué à façonner le paysage des mathématiques saxonnes.

Historiographie actuelle des mathématiques saxonnes

L'histoire des mathématiques allemandes au tournant du XIX[e] siècle a fait depuis quelques décennies l'objet d'une importante réévaluation. Pendant longtemps, le premier demi-siècle de la période que nous étudions (1765-1815) a été unanimement perçu comme une période de stagnation assez peu glorieuse, symbolisée d'une part par la tradition encyclopédique d'Abraham Gottelf Kästner (1719-1800), et d'autre part par les errements de l'école d'analyse combinatoire. On trouve des illustrations récentes de ce point de vue, selon lequel « avant les réformes universitaires au début du XIX^{e} siècle, les mathématiques dans les universités étaient complètement insignifiantes ; pratiquement tous les professeurs de cette époque sont aujourd'hui oubliés. En fait, cela est également valable pour les premières décennies du XIX^{e} siècle » [1]. Jusqu'à l'arrivée d'une nouvelle génération de mathématiciens en Prusse dans les années 1830, la seule figure mathématique notable aurait été celle du professeur Carl Friedrich Gauß (1777-1855) à l'université de Göttingen, et dans une moindre mesure de Johann Friedrich Pfaff (1765-1825) [2]. L'idée selon laquelle les mathématiques allemandes de l'époque font fausse route est formulée dès 1808 par Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749-1808), dans son célèbre *Rapport historique sur les progrès des sciences mathématiques*, où après avoir cité les travaux de Carl Friedrich Hindenburg (1741-1808) et Moritz von Prasse (1769-1814), tous deux professeurs à l'université de Leipzig, il affirme que « l'analyse combinatoire continue d'occuper les géomètres Allemands ; mais elle n'a acquis aucune faveur en France, parce que ses usages sont trop bornés, et ne paroissent pas s'étendre aux branches qu'il importe le plus de perfectionner. » [3] L'opinion portée sur l'analyse combinatoire a depuis été considérablement réévaluée et, bien que le périmètre et les réalisations de cette école soient toujours objets de débats, un consensus existe désormais pour souligner son importance dans le développement des mathématiques pures et de l'analyse algébrique en Allemagne [4].

Bien que l'école d'analyse combinatoire se soit essentiellement construite autour de l'université de Leipzig, où enseigne C.F. Hindenburg, fondateur du mouvement, l'histoire des mathématiques dans les institutions saxonnes reste paradoxalement peu étudiée [5]. L'historiographie des institutions mathématiques allemandes est principalement concentrée sur l'Allemagne du nord, voire sur la Prusse, où des réformes radicales sont mises en place à partir de 1810, notamment par Wilhelm von Humboldt (1767-1835). Dans le domaine des mathématiques, elles sont poursuivies plus spécifiquement par August Leopold Crelle (1780-1855) et Alexander von Humboldt (1769-1859), frère de Wilhelm. Les historiens accordent à juste titre une grande importance à l'évolution des institutions prussiennes au début du siècle, symbolisée par l'ouverture en 1810 de l'université de Berlin, pour la mise en place du

1. Scharlau, 1990, introduction (notre traduction).
2. On peut trouver une illustration de ce point de vue chez Lorey, 1916, pp. 23-31, « Der Mathematische Universitätsunterricht in der älteren Zeit ». W. Lorey souligne néanmoins l'importance historique de l'école combinatoire (p. 28).
3. Delambre, 1808, p. 114.
4. Voir Jahnke, 1990, pp. 161-232, et surtout Noble, 2011. Une bibliographie très complète sur l'histoire de l'analyse combinatoire est fournie dans l'introduction de Noble, 2011, pp. 9-29.
5. Dans Noble, 2011, E. Noble étudie en détail l'« interprétation historique de l'émergence d'une théorie, de sa conformation progressive et de sa disparition » (p. 18) et non l'école d'analyse combinatoire en tant que groupe de scientifiques. Il défend la thèse selon laquelle il est possible, et souhaitable, de séparer clairement le programme mathématique et l'école d'analyse combinatoire, et étudie exclusivement le premier.

cadre d'enseignement et de recherche dans lequel vont ensuite s'épanouir les mathématiques allemandes [6]. L'émergence d'une nouvelle génération de mathématiciens universitaires dans les années 1830 est largement étudiée et commentée dans des travaux biographiques ou consacrés à l'histoire sociale des mathématiques. Les réformes des universités de Göttingen en Hanovre, ou de Königsberg, Bonn et surtout Berlin en Prusse ont fait l'objet d'études, notamment par K.-R. Biermann, G. Schubring et H.N. Jahnke [7]. Le rôle moteur d'A.L. Crelle a par exemple été mis en évidence, à la fois pour son action politique en tant que fonctionnaire de l'État prussien en coopération avec A. von Humboldt [8], et d'un point de vue scientifique par la création du *Journal für die reine und angewandte Mathematik* [9]. Des études plus proprement biographiques, voire prosopographiques, ont également été écrites sur la Prusse, à la fois sur les systèmes de nomination et de promotion des professeurs, mais également sur le profil des étudiants [10].

La Saxe est aujourd'hui une petite région située entre le Brandenburg et la Bavière, à l'est de l'Allemagne et au nord de la République tchèque [11]. Au XVIII^e siècle, il s'agit en revanche d'un des États les plus puissants de l'aire germanophone. Le prince-électeur de Saxe, jusqu'à la fin de la guerre de Sept Ans, est également roi de Pologne et grand-duc de Lituanie. En 1765, au moment où notre étude commence, l'Électorat de Saxe vient de subir une première perte majeure, puisque Frédéric-August III doit renoncer à la Pologne. La Saxe abandonne alors au profit de la Prusse son rang de puissance européenne majeure, et met fin à une politique extérieure restée longtemps agressive [12]. Une conséquence involontaire positive est le développement d'une politique intérieure active, avec de nombreuses réformes économiques et institutionnelles, connue sous le nom de *Rétablissement*. Dès le XVIII^e siècle, cet État est un centre économique important en Europe centrale, où les manufactures sont nombreuses et l'activité minière intense. Au moment où elle est redevenue une puissance économique de premier plan, et alors même qu'elle est la première région allemande à entamer un processus d'industrialisation, la Saxe subit un second revers. En 1815, elle paie le prix de son soutien sans faille à la France napoléonienne, lorsque plus de la moitié de son territoire et du tiers de sa population sont annexés par la Prusse. De nouvelles réformes économiques puis politiques mettent néanmoins le pays à l'avant-garde de la révolution

6. Voir par exemple Mehrtens *et al.*, 1981, en particulier pp. 75-134.

7. Sur l'histoire de l'université de Berlin, voir Biermann, 1973 ; Jahnke, 1990 ; Schubring, 1992.

8. Voir Biermann, 1959 ; Biermann, 1985 et Pieper, 2003.

9. L'ouvrage de référence sur ce sujet est la thèse de Wolfgang Eccarius (Eccarius, 1974) ; on peut également consulter Lorey, 1927. Sur l'activité d'éditeur de Crelle, voir Eccarius, 1976.

10. Sur l'université de Berlin, la plus étudiée des universités prussiennes, K.-R. Biermann a étudié les professeurs de mathématiques entre 1810 et 1920 dans Biermann, 1973, tandis que G. Schubring a étudié le profil des étudiants de mathématiques entre 1820 et 1840 dans Schubring, 1992.

11. Afin d'avoir une idée de la géographie de l'aire culturelle saxonne, et pour situer les villes mentionnées dans ce travail, on pourra se reporter aux cartes fournies en annexe, pp. 421-423.

12. Voir Keller, 2002, pp. 147-159.

industrielle allemande [13]. Les révolutions de 1830 amènent en Saxe la rédaction d'une nouvelle constitution, la création d'un parlement et de ministères modernes [14]. Des liens étroits se nouent entre le gouvernement, les institutions scientifiques et les associations industrielles, pour arriver à un modèle de développement économique original marqué par une forte implication de l'État.

Ce rôle moteur de la région dans l'essor de l'Allemagne au XIXe siècle a fait l'objet de nombreuses études historiques et économiques. Du point de vue de l'histoire des sciences, la Saxe a cependant été étudiée de manière bien moins systématique, et les travaux disponibles se rattachent à des courants historiques hétérogènes. Pour l'essentiel des établissements que nous étudions, des études réalisées par des anciens élèves ou pour des commémorations sont disponibles. Cette tradition allemande est souvent utile, fournit de nombreuses références et fourmille d'anecdotes. Ces études sont cependant des ouvrages de circonstance, et le manque d'homogénéité, dans le format comme dans les méthodes, rend bien souvent nécessaire un réexamen complet avant de pouvoir comparer et étudier de front l'ensemble des institutions scientifiques de l'État [15]. Bien qu'il existe de courtes analyses des mathématiques à l'université de Wittenberg, devenue prussienne en 1815 [16], l'essentiel de l'étude des institutions universitaires est centré autour de l'université de Leipzig. Parmi les travaux consacrés à cette université, la thèse de H. Kühn se distingue par son traitement spécifique de la discipline mathématique au XVIIIe siècle, sa rigueur méthodologique et la large place qui est faite à la dimension sociale de l'étude [17]. Les institutions techniques de Dresde, Freiberg, Tharandt et Chemnitz ont fait l'objet d'études, le plus souvent dans le cadre d'une tradition d'histoire des institutions faisant une large part à des considérations locales. Il faut également noter pour ces établissements l'existence d'un autre type d'analyses relevant de l'histoire des techniques, là aussi centrées sur un lieu ou une question précise, pour lesquelles le lien avec l'histoire des mathématiques n'est certes pas toujours aisé à établir, mais que leur précision rend parfois extrêmement utiles [18]. Un autre courant est l'analyse biographique, et les mathématiciens, universitaires ou enseignants d'instituts techniques passés à la postérité ont fait l'objet de monographies [19]. Enfin, il existe des analyses des sociétés scientifiques et

13. Sur la défaite de 1815, voir Keller, 2002, pp. 162-164. Sur l'industrialisation de la Saxe et le rôle du gouvernement dans ce processus, voir Kiesewetter, 2007.

14. Pour plus d'informations sur l'évolution politique de l'État saxon, voir par exemple Keller, 2002, *5.1 : Politik, Verfassung und Verwaltung (1830 bis um 1950)*, et *5.5 : Aspekte kultureller Entwicklung*.

15. Cette historiographie est vivement critiquée par G. Schubring, qui la décrit comme un assemblage de « recueils de données sans analyse structurelle » (notre traduction, voir Schubring, 2003, p. 1048, pp. 1053-1054).

16. Voir Friedensburg, 1917, pp. 609-615 et Jahnke et Otte, 1981, pp. 235-254.

17. Kühn, 1988. Le détail des nombreuses publications pour les jubilés de l'université est donné dans notre chapitre suivant.

18. Le détail des nombreuses sources sur les institutions techniques sera donné dans le corps de la thèse afin de ne pas alourdir inutilement l'introduction.

19. Voir par exemple sur Moritz Wilhelm Drobisch, Neubert-Drobisch, 1902 ; sur August Ferdinand Möbius, Loh, 1995 et Eccarius, 1986 ; sur Julius Weisbach, Wegert *et al.* 2006 ; sur Oskar Schlömilch, Koch,

techniques, ou des associations pour la promotion des sciences, très nombreuses en Saxe. Les sources francophones sur l'histoire des mathématiques allemandes à cette époque sont assez restreintes, et la question des institutions mathématiques y est peu abordée [20]. Un plus grand nombre de travaux généraux francophones existent sur l'évolution de l'université allemande et en particulier dans ses rapports avec la France, mais ils n'abordent pas l'histoire des mathématiques de manière systématique et seront donc surtout utiles pour préciser les contextes historique, politique et culturel de notre étude [21].

Les études générales et systématiques sur l'histoire des institutions mathématiques allemandes portent donc principalement sur l'Allemagne du Nord après 1810, tandis qu'il existe pour la Saxe une myriade d'études particulières, où les mathématiques sont inégalement présentes. L'aspect parfois contradictoire des sources secondaires existantes constitue une difficulté et une incitation supplémentaire pour qui veut dresser un panorama institutionnel des mathématiques saxonnes. Voici l'image de l'évolution des mathématiques qui se dégage des travaux existants : avant 1765, les disciplines mathématiques, physiques et astronomiques sont représentées en Saxe dans les écoles secondaires d'État (*Landesschulen*) de Meißen, Grimma et Pforta, ainsi que dans les universités de Leipzig et Wittenberg. Malgré sa puissance politique et économique, l'État de Saxe ne possède pas d'Académie des sciences, contrairement à plusieurs de ses voisins allemands. En 1765, une Académie des mines (*Bergakademie*) est fondée à Freiberg, dans les Monts Métallifères (*Erzgebirge*). Bien que des mathématiciens importants, comme Johann Friedrich Lempe (1757-1801) ou Friedrich Gottlieb von Busse (1756-1835) y aient enseigné, aucune étude n'est jusqu'à présent disponible sur les mathématiques qui y ont été développées et enseignées. Dans son étude des sciences mathématiques et physiques consacrée à la Saxe, Christa Jungnickel laisse sciemment de côté la *Bergakademie*, et affirme de manière péremptoire que « dans les académies professionnelles saxonnes, comme l'Académie des mines de Freiberg et plus tard l'École polytechnique de Dresde, les sciences mathématiques et physiques sont toujours restées des sujets auxiliaires par rapport aux études professionnelles » [22]. Il semble alors nécessaire d'étudier plus en détail les archives de l'Académie afin de combler cette lacune.

L'invasion napoléonienne va provoquer dans la plupart des États allemands, dont la Prusse, une réforme considérable de l'enseignement secondaire et supérieur. Elle semble n'avoir eu en Saxe presque aucune influence, même si « tout comme en Prusse, dans le contexte des célèbres réformes Stein-Hardenberg, ou en Bavière, une vaste discussion s'engagea en Saxe sur la nécessité de réformes de l'État [...]. Mais à l'inverse des voisins du

1986.

20. Voir Schubring, 1989a ; Schubring, 2001, et plus récemment Noble, 2011.

21. Voir notamment Espagne et Werner, 1988 ; Knopper et Mondot, 2008 et plus récemment Bély et Dartois-Lapeyre, 2011, en particulier l'article d'Isabelle Laboulais, « La construction d'une “science des mines” française », pp. 155-175.

22. Jungnickel, 1979, p. 13 (notre traduction).

nord ou du sud, la “commission de Rétablissement” introduite en Saxe en 1807 ne mit en place aucune véritable réforme » [23]. Le statut des mathématiques, à l’université et dans l’enseignement secondaire, n’est pas modifié, et tout au plus peut-on signaler la perte de l’université de Wittenberg et la création d’une Académie forestière à Tharandt, dont le lien avec l’histoire des mathématiques est loin d’être évident au premier abord. Afin de savoir si la Saxe suit alors un chemin spécifique, il devient nécessaire d’étudier en détail l’évolution des mathématiques universitaires à partir des années 1810. Les réformes d’envergure commencent au tournant des années 1830. En 1828, un Institut de formation technique est créé à Dresde, et obtient 23 ans plus tard le titre d’École polytechnique. Bien que, nous venons de le voir, C. Jungnickel minore la place des mathématiques dans cet institut, W. Voss possède un point de vue radicalement opposé en soulignant l’importance décisive de l’établissement pour l’essor de la discipline en Saxe [24]. Voss juge que les mathématiques, loin de se restreindre à un enseignement élémentaire, y sont inspirées de l’École polytechnique de Paris et ouvrent un domaine de recherche et d’application particulièrement fructueux. Elle va plus loin et souligne que cette institution était en pointe dans le domaine de la formation des enseignants du secondaire en mathématiques, ce qui trancherait avec la Prusse où cette compétence relève uniquement de l’université. Une fois de plus, les diverses historiographies existantes ne permettent pas de reconstituer une image claire des mathématiques saxonnes. Il faudrait en particulier pouvoir comparer et étudier les relations existant entre les trois institutions qui cohabitent dans cet État, l’université de Leipzig, l’École polytechnique de Dresde et l’Académie des mines de Freiberg.

Les années 1830 sont aussi marquées par deux réformes importantes de l’enseignement secondaire. La première modifie le programme des écoles classiques et esquisse une réhabilitation des mathématiques et des sciences naturelles au dépend des langues anciennes. La seconde permet la création d’écoles professionnelles (*Gewerbeschulen*), très orientées vers la pratique et les milieux industriels, mais néanmoins différentes du modèle d’école professionnelle (*Realschulen*) qui prévaut dans le reste de l’Allemagne. Il semble là encore que l’État de Saxe se distingue de ses voisins, à la fois du point de vue de la chronologie des réformes et de l’organisation des institutions. Enfin, jusqu’au milieu du siècle, les mathématiques produites et enseignées dans l’institution emblématique de l’État, l’université de Leipzig, sont assez peu étudiées. Il est pourtant nécessaire d’expliquer la disparition brutale de l’analyse combinatoire à la mort du fondateur de la discipline, C.F Hindenburg, en 1808. L’activité mathématique à l’université de Leipzig est d’autant plus intéressante que des scientifiques de premier plan y ont enseigné, en particulier Karl Brandan Mollweide (1774-1825) et August Ferdinand Möbius (1790-1868), tandis que le titulaire de la chaire de mathématiques entre 1826 et 1868, Moritz Wilhelm Drobisch (1802-1896), est un personnage aujourd’hui tombé

23. Keller, 2002, p. 161 (notre traduction).
24. Voir notamment Voss, 2001, p. 4 et pp. 6-8, ainsi que Voss, 2005, pp. 17-69.

dans l'oubli. L'historiographie existante décrit peu le contenu des enseignements et souligne surtout le développement des mathématiques appliquées à partir du second quart du siècle. On voit alors apparaître de nouvelles interactions entre mathématiques, physique et sciences naturelles [25].

Une étude globale des institutions mathématiques saxonnes

Les études existantes sur l'histoire des mathématiques saxonnes sur la période que nous considérons ont pour objet des institutions isolées. L'entité formée par une institution semble à première vue représenter le niveau d'étude idéal, aussi bien pour des raisons théoriques qu'en vertu de considérations pratiques : « l'étude des individus et des institutions individuelles fournit de plus une cohérence intellectuelle : ils ont une origine et une identité spécifiques, et, ce qui est souvent tout aussi important, leurs activités sont susceptibles d'être systématiquement enregistrées et préservées dans un dépôt [d'archive] principal » [26]. Dans le cas de la Saxe, ces travaux consacrés à des institutions spécifiques nous semblent cependant pouvoir être complétés par une étude globale. Il paraît même indispensable d'étudier de manière systématique l'ensemble des lieux où se pratiquent les mathématiques, afin d'appréhender les dynamiques d'enseignement et de recherche, et éviter ainsi les points aveugles qu'amène nécessairement une analyse ponctuelle. Un résultat important de notre travail sera donc de faire ressortir l'existence de politiques scientifiques coordonnées au niveau de l'État saxon, qui ne peuvent être conçues uniquement comme une somme d'actions particulières.

Nous allons donc ici étudier non pas un lieu ou un type d'institution, mais l'ensemble des établissements, journaux et sociétés se livrant à une activité significative dans le domaine des mathématiques. La délimitation du sujet est fonction de critères géographique et temporel, en se restreignant à l'entité politique que constitue la Saxe, depuis la fin de la guerre de Sept Ans jusqu'en 1851, date à laquelle la Saxe se dote officiellement d'une École polytechnique. Ce choix vise à confronter les subjectivités qui se sont progressivement mises en place dans l'historiographie des mathématiques saxonnes et qui, par un effet de sédimentation, acquièrent progressivement le statut d'évidences. Nous cherchons à réconcilier les interprétations divergentes, particulièrement prononcées dans le cas de l'enseignement technique. Les études consacrées à l'université prennent pour acquis l'infériorité intrinsèque des mathématiques dans ces institutions, au motif qu'elles ne proposeraient qu'un enseignement sans recherche. Les travaux consacrés aux institutions techniques - le plus souvent d'ailleurs réalisés dans ces établissements à l'occasion d'un jubilé - en font au contraire les lieux d'apparition d'une nouvelle forme de mathématiques. Une étude globale, appliquant systématiquement des critères similaires, doit permettre de questionner le rôle de chaque

25. Voir Schlote, 2004.
26. Kohlstedt, 1985, p. 18 (notre traduction).

institution et pose en creux la question de leur relation.

Quel rôle joue l'État saxon dans l'organisation de l'enseignement et de la recherche en mathématiques ? Cette approche oblige à poser la question de l'existence d'une politique scientifique, de son éventuelle évolution, et donc à prendre en compte le contexte historique. De la fin de la guerre de Sept Ans à l'entrée de la Saxe dans le *Zollverein*, l'union douanière allemande, la société et l'économie saxonnes changent considérablement. Il ne s'agit pas d'essayer d'utiliser ce contexte pour proposer une histoire qui se voudrait rétrospectivement objective, ou bien de justifier *a posteriori* de manière téléologique l'évolution des mathématiques dans les différentes institutions. Notre étude cherche au contraire à montrer les tâtonnements, les débats entre les scientifiques et l'administration, ainsi que l'impact des décisions prises sur l'évolution des mathématiques, et par là-même l'importance des considérations politiques, économiques et idéologiques locales sur ce développement. Elle se place ainsi dans la tradition de l'histoire sociale des mathématiques appliquée à un espace géographique précis, une histoire « des configurations spécifiques par lesquelles un type de savoir précis interagit avec les espaces sociaux où il se sédimente et circule » [27]. Comment l'apparition d'institutions, avec les enjeux sociaux et politiques variés qui y sont liés, a contribué à façonner le paysage des mathématiques saxonnes et les traditions d'enseignement et de recherche ? Loin d'être rétrospectif, ce point de vue est parfaitement cohérent avec le rôle des activités scientifiques de l'époque dans la vie civile. L'idée de politique scientifique n'est pas reservée à l'époque actuelle, et l'on trouve au XVIII^e^ siècle de nombreuses réflexions sur la manière dont l'État doit orienter l'enseignement et l'utilisation des sciences. Parmi de multiples témoignages, citons celui du Saxon Carl Friedrich Zimmermann (1713-1747), qui s'adresse en 1746 au gouvernement pour expliquer « comment promouvoir, par la politique, les académies et les études nationales. » [28]

La Saxe peut en effet être considérée comme relativement autonome par rapport aux décisions politiques de ses voisins. Il ne s'agit nullement d'une forme d'autarcie, et le développement des institutions scientifiques au XIX^e^ siècle s'inscrit bien sûr dans une dynamique qui est celle de l'espace germanophone. Celui-ci entretient à son tour des relations avec les diverses communautés européennes, plus ou moins étroites selon les domaines du savoir considérés. Il est néanmoins possible d'argumenter en faveur de la thèse selon laquelle la politique scientifique saxonne, sans être indépendante, suit un chemin singulier. Le développement des institutions d'enseignement ainsi que la place qu'y occupent les mathématiques est

27. Ehrhardt, 2010, p. 492. Sur l'histoire sociale des mathématiques au XIX^e^ siècle, voir Mehrtens *et al.*, 1981, en particulier Herbert Mehrtens, « Social History of mathematics » (pp. 257-280), qui fait un état des lieux sur les travaux antérieurs à 1981. Plus récemment, on pourra se reporter à Schubring, 2003, ainsi qu'au numéro consacré à ce sujet par la *Revue de Synthèse* (6^e^ série, vol. 131(4), 2010), et en particulier à l'introduction, Ehrhardt, 2010, qui contient un état des lieux de la bibliographie existante.

28. Zimmermann, 1746, §5, p. 15 : « *Wie nach der Politic die Academien und National-Studia zu erheben* ».

suffisamment original pour mériter une étude globale particulière, sans négliger lorsqu'elles existent les interactions avec d'autres États. En d'autres termes, il existe des dynamiques internes propres dans le domaine des mathématiques saxonnes et il nous semble légitime d'étudier ces traditions comme un objet à part entière. Une première raison est le caractère local des recrutements, puisque jusqu'au second quart du XIXe siècle, une écrasante majorité des mathématiciens actifs en Saxe y ont été formés. Sur les 125 mathématiciens que nous avons recensés comme ayant travaillé en Saxe au cours de la période considérée, moins d'un sur six n'y est pas né, sachant que plusieurs d'entre eux sont originaires des petits royaumes adjacents qui font partie de l'aire culturelle saxonne. Une seconde raison tient au fonctionnement des institutions : l'université de Leipzig reste autonome jusque dans les années 1830, tandis que les institutions techniques sont conçues afin de servir au plus près les intérêts de l'État, en mettant en place une forme de protectionnisme technico-scientifique [29]. Bien que les mathématiques saxonnes fassent partie de ce qui, au XIXe siècle, deviendra progressivement une communauté scientifique européenne, elles forment néanmoins un sous-groupe qu'il est possible de délimiter précisément. Comme notre étude est focalisée sur une aire géographique précise et restreinte, équivalente à une petite région française, il devient possible d'obtenir une liste exhaustive des institutions étudiées et des mathématiciens.

La définition de ce qu'est un « mathématicien » dans l'Allemagne du XIXe siècle, et les difficultés qu'elle soulève, sont une question ouverte auquel ce travail ne prétend pas apporter plus que quelques pistes de réflexion. Selon H. Mehrtens, il faut avoir une définition large de la figure du mathématicien, contre la tendance « à restreindre le terme à une personne produisant une connaissance mathématique originale. Mais cela est inconsistant même avec les pratiques historiographiques » [30]. Nous avons utilisé des critères simples, classiques et peu sujets à controverse pour la sélection des individus étudiés. Une personne sera considérée comme mathématicien si elle publie dans ce domaine, si elle tire principalement ses ressources d'une activité liée à la transmission de ce type de connaissances, ou bien enfin si elle a suivi une formation spécifique uniquement consacrée aux mathématiques [31]. En prenant comme point de départ cette collection d'environ cent vingt individus, on peut déjà remarquer qu'elle dépasse largement le cadre des mathématiques universitaires, et nous oriente vers une analyse globale des institutions scientifiques et techniques en Saxe.

Une histoire des mathématiques saxonnes ne peut se contenter d'étudier les univer-

29. On peut par exemple citer l'existence à l'Académie des mines de Freiberg de bourses réservées aux Saxons. Des procédures d'engagements signés imposant des pénalités financières importantes à toute personne quittant le service de l'État de Saxe, ou conditionnant le recrutement par un établissement étranger à l'accord du souverain se retrouvent aussi bien dans la *Bergakademie* qu'à l'université de Leipzig.

30. Mehrtens *et al.*, 1981, pp. 263-264. Pour une contribution récente à ce débat, voir par exemple les travaux de M. Bullynck, dont Bullynck, 2012.

31. Ces critères empruntés à W. Eccarius prêtent bien sûr à discussion et servent uniquement à opérer une sélection ; ils sont plus longuement décrits et utilisés dans Eccarius, 1980 et Eccarius, 1987.

sités de Leipzig et de Wittenberg, au motif que l'institution universitaire serait le lieu de production de la science mathématique. Non seulement la discipline est loin d'y faire l'objet d'une attention particulière, mais surtout le rôle de l'université n'est pas, avant les réformes du XIX^e siècle, la production de nouvelles connaissances. Puisqu'elles ne font pas partie des sciences utilitaires - les fameuses *Brotwissenschaften* enseignées dans les facultés supérieures de droit, médecine et théologie -, les mathématiques sont le plus souvent négligées, y compris dans les établissements les plus renommés. À l'université de Göttingen, dans les années 1790, « il n'y avait alors, comme peut-être dans toutes les universités allemandes, aucune opportunité de suivre un cours tant soit peu complet de hautes mathématiques », tandis que « le nombre d'étudiants qui s'orientaient vers les sciences mathématiques était très bas, à peine six, bien que le nombre d'étudiants ait pu s'élever à plus de mille » [32].

Il semble donc plus approprié de choisir d'observer les institutions dans lesquelles des mathématiciens sont actifs. Pour cette raison, il nous a paru fructueux de faire commencer notre étude en 1765. La décennie 1765-1775 est tout aussi riche, du point de vue des réformes institutionnelles, que celle de 1806-1816, qui s'ouvre avec la défaite d'Iéna et aboutit à une réforme majeure de l'enseignement supérieur allemand [33]. Il est cependant indéniable qu'elle est bien moins remarquée, et par conséquent plus rarement étudiée que cette dernière. La raison est sans doute que les multiples créations et réformes d'institutions qui ont alors lieu en Allemagne ne concernent pas la sphère universitaire. Dans l'Électorat de Saxe, une commission de restauration (*Restaurationskommission*) chargée d'organiser le mouvement de réforme (*Rétablissement*) va superviser la création en 1765 d'une Académie des mines, d'une Académie des Arts, puis deux ans plus tard d'une École d'artillerie. Après de longs débats, une réforme de l'enseignement secondaire est amorcée en 1773. Pour achever de définir notre sujet d'étude, il convient d'ajouter à ces institutions plusieurs établissements créés au début du XIX^e siècle. Outre les universités de Wittenberg et Leipzig, nous étudierons donc l'Académie des mines de Freiberg, l'Académie forestière de Tharandt, l'Institut de formation technique de Dresde, les écoles professionnelles et les écoles secondaires classiques.

Une fois défini le domaine de recherche, il faut étudier dans chaque établissement la nature ainsi que l'évolution des mathématiques, ce qui suppose de résoudre un second problème

32. Le témoignage est de J.C.M. Bartels (1769-1836), tiré de Bartels, 1837, p. vi : « *Zu einem einigermaßen vollständigen Cursus über höhere Mathematik war hier damals, wie vielleicht überall auf deutschen Universitäten, keine Gelegenheit* », « *Auch waren der Studierenden, die sich vorzugsweise den mathematischen Wissenschaften widmeten, obwohl die Zahl der Studierenden sich auf tausend belaufen mogte, nur sehr wenig, kaum sechs* ». Même si l'activité universitaire avait pu correspondre à l'image d'Épinal de l'accumulation des connaissances, cela ne suffirait pas à restreindre le périmètre de l'analyse. Considérer qu'elle est l'unique institution valable pour étudier les mathématiques est une pétition de principe. Elle revient à exclure de fait les autres institutions sans considérer l'activité scientifique qui peut y avoir lieu, et aboutit à conforter l'image d'une science allemande uniquement universitaire.

33. Le nombre d'universités est d'environ 35 avant 1789, et il est divisé par deux à la fin des guerres napoléoniennes. Voir Eulenburg, 1994 [1904], pp. 181-188, et sur la question des chaires de mathématiques, Scharlau, 1990.

de définition. En effet, il n'existe pas un ensemble clairement délimité de connaissances que l'on pourrait englober sans équivoque sous le terme de mathématiques dans la seconde partie du XVIIIe siècle. Première difficulté, il n'existe pas une discipline différenciée et autonome, si bien que les savoirs mathématiques sont étroitement imbriqués avec la philosophie et la logique d'une part, et avec ce que nous nommons aujourd'hui physique et étude de la nature de l'autre [34]. Une seconde difficulté vient de ce que les frontières, mais aussi les méthodes et le contenu des disciplines mathématiques évoluent sensiblement entre 1765 et 1851. Il faut abandonner l'idée d'une définition offrant une délimitation à la fois précise et constante sur l'ensemble de la période.

Il nous a semblé plus pertinent d'avoir une acception aussi large que possible du terme, et de prendre comme tel l'ensemble des savoirs que les individus étudiés considèrent comme mathématiques. Nous nous contenterons d'opérer dans l'ensemble de ces connaissances une classification sommaire en quatre types. Celle-ci ne cherche nullement à être normative, et sa principale ambition est de faciliter la description des enseignements et des productions mathématiques. Elle doit ainsi permettre de comparer l'ensemble des institutions saxonnes sur la période considérée. Nous distinguerons donc les *mathématiques pures élémentaires*, les *mathématiques pures supérieures*, les *mathématiques appliquées* et les *mathématiques pratiques*. La partition entre mathématiques pures élémentaires et supérieures est simplement empruntée aux mathématiciens de l'espace germanophone, qui l'utilisent couramment jusqu'au milieu du XIXe siècle. La catégorie de *mathématique pure élémentaire* (*Mathesis pura Elementaris* en latin, *reine Elementar-Mathematik* en allemand) correspond au socle de connaissances mathématiques en arithmétique, géométrie et trigonométrie que doit posséder toute personne ayant suivi une formation universitaire ou revendiquant le titre de savant (*Gelehrter*). On trouve dans presque toutes les institutions des cours qui portent ce nom et possèdent pratiquement le même contenu. Une définition équivalente des mathématiques pures élémentaires est plus concrète : il s'agit du contenu des premières parties des *Éléments* de mathématiques, par exemple ceux d'A.G. Kästner [35]. Ce socle doit être maîtrisé pour envisager l'étude des *mathématiques appliquées*, ou bien l'utilisation des mathématiques dans la vie pratique. Cette catégorie, qui correspond à un genre précis de manuels, possède ainsi également un sens social et se distingue clairement des mathématiques pures supérieures. Selon les auteurs de l'époque, la géométrie supérieure, l'analyse et le calcul différentiel font appel à des considérations et des méthodes différentes, ce qui les rattache à un nouveau

34. Voir en particulier Arndt, 1971 sur les liens entre philosophie et mathématiques, et leur rôle en tant que méthode, au XVIIIe siècle. Sur un exemple de controverse sur les périmètres respectifs des mathématiques et de la philosophie au début du XIXe siècle, voir Morel, 2013a. Au XVIIIe siècle, on considère régulièrement la physique comme une branche des mathématiques, comme en témoignent à la fois les programmes universitaires et l'affectation des chaires de mathématiques et physiques.

35. Voir le premier volume de la première partie des *Éléments* d'A.G. Kästner (Kästner, 1758), dont le contenu reste pratiquement inchangé au fil des nombreuses rééditions, ou encore Wolff, 1713.

champ. L'un n'est pas simplement la suite de l'autre et il s'agit pour la plupart des contemporains de champs distincts de la connaissance. Une fois de plus, l'intérêt de cette distinction est qu'elle se trouve aussi bien dans l'enseignement secondaire (d'où les mathématiques supérieures sont longtemps exclues) qu'à l'université ou dans les instituts techniques. Ce n'est qu'au milieu du XIXe siècle que la frontière entre mathématiques élémentaires et supérieures disparaît des institutions saxonnes, et que le terme de mathématiques pures englobe indistinctement ces deux ensembles de connaissances [36].

Les *mathématiques appliquées* comprennent l'étude et la compréhension mathématique de la nature. Pour reprendre l'expression de Felix Klein, il s'agit des « services théoriques rendus par les mathématiques dans le développement des autres sciences » [37]. En cela elles sont nécessaires au *Gelehrter* puisqu'elles constituent une branche importante de l'arbre de la connaissance, celle qui traite des lois générales de la nature. Elles regroupent donc les disciplines de la mécanique, statique, hydraulique, hydrostatique, optique, acoustique, aérométrie, géographie mathématique, astronomie, telles que l'on peut les trouver dans les manuels d'A.G. Kästner. Il faut cependant bien préciser qu'elles présentent uniquement « une approche basée sur des principes généraux plutôt que sur des solutions au coup par coup [*piecemeal solutions*] ; sur l'idéalisation plutôt que sur des détails concrets - en bref, une approche intellectuelle. » [38] C'est ce qui les distingue des *mathématiques pratiques*, qui visent la résolution de problèmes techniques ou économiques et l'action sur la nature. Celles-ci n'ambitionnent pas une connaissance générale mais multiplient les études particulières. Il s'agit de l'ensemble des connaissances relatives aux domaines de la vie civile (*bürgerliches Leben*), dont la mathématisation s'accentue considérablement entre 1765 et 1851. Elles comprennent la maîtrise et l'utilisation du calcul et des mathématiques dans la construction, la guerre, le commerce, la mesure du temps et de l'espace, ainsi que le dessin. Elles regroupent donc les disciplines de l'architecture civile et militaire, de l'arithmétique politique et juridique, la chronologie et la gnomonique, le dessin et la perspective ; une partie de ces disciplines deviendra au cours du XIXe siècle les sciences de l'ingénieur. On peut y rattacher des sous-disciplines spécifiques comme la géométrie souterraine ou les mathématiques forestières. Remarquons tout de suite que cette démarcation entre mathématiques appliquées et pratiques ne recouvre pas le périmètre des institutions : on enseigne certains types de mathématiques pratiques à l'université, tout comme on trouve des mathématiques appliquées dans des instituts techniques. Les ouvrages de mathématiques pratiques est essentiellement le fait

36. Ce phénomène, que nous observons à l'université de Leipzig, peut être généralisé à l'aire germanophone. W. Lorey indique ainsi que les mathématiques élémentaires disparaissent de l'enseignement de la plupart des universités dans la décennie 1860 (Lorey, 1916, p. 102).

37. F. Klein, discours inaugural à l'université d'Erlangen, 7 décembre 1872, cité dans Tobies, 1989, p. 226. Cet article contient des éléments de réflexion sur l'aspect contingent du terme de mathématiques appliquées, considéré comme une « catégorie historique ».

38. Daston, 1995, p. xvii (notre traduction).

d'une myriade de mathématiciens, pour la plupart aujourd'hui oubliés, spécialistes d'un domaine particulier. Elle se prête donc particulièrement bien à une étude géographiquement localisée.

Cette classification sommaire des sciences mathématiques en quatre catégories principales n'a pas pour but de traduire ou de résumer les systèmes mathématiques, les architectures ou distributions des sciences de l'époque. Les architectoniques des mathématiques, nombreuses à la fin du XVIII^e^ siècle, sont certes intéressantes mais souvent complexes et touffues. Elles sont de plus tellement variables qu'elles informent plus sur la personnalité de l'auteur que sur les mathématiques elles-mêmes [39]. Nous allons simplement utiliser ces catégories, dans les études institutionnelles, pour mettre en relief certaines évolutions de l'enseignement et de la recherche qui pourraient sans cela passer inaperçues. Cette classification va également nous servir d'outil pour tenter de comprendre le rôle joué par la discipline mathématique dans chaque institution ; comme le remarque G. Schubring, elle est partout en interaction avec les autres matières pour l'achèvement de buts particuliers :

> « Aucune institution n'existe en soi ; elles servent toutes des fonctions définies. Puisqu'il n'y a pratiquement jamais eu d'institutions exclusivement dédiées aux mathématiques, cette discipline a toujours dû coexister avec d'autres. Il faut donc considérer non seulement les fonctions des cadres institutionnels, mais également la fonction des mathématiques en lien avec les autres disciplines, probablement rivales et en concurrence [...]. Il est donc nécessaire de surmonter l'illusion de l'autonomie institutionnelle et disciplinaire. Pour le dire autrement : le type d'enseignement qui devait être délivré n'est pas d'un intérêt marginal pour les histoires institutionnelles. » [40]

Le fait que ces catégories possèdent une définition sociale, puisqu'elles proposent de classer les disciplines mathématiques selon les compétences qu'elles doivent fournir à celui qui les maîtrise, va nous permettre de rechercher le rôle joué par cette discipline dans les diverses institutions. En retour, l'évolution des programmes et les débats autour de l'utilité des mathématiques dans les divers établissements saxons apportent un lot de résultats sur la manière dont elles ont été effectivement considérées et étudiées. En particulier, nous montrerons que les principales évolutions des mathématiques saxonnes jusqu'aux années 1830 ne sont pas reliées à des progrès théoriques majeurs. Cette période, bien qu'elle soit aussi l'occasion d'un rattrapage et d'une assimilation des travaux français, est avant tout marquée par des réformes institutionnelles décisives. Les mathématiques deviennent progressivement une discipline autonome systématiquement mise à contribution dans les sciences de la nature

39. On trouvera un excellent résumé des principales systématiques mathématiques du XVIII^e^ siècle dans Kühn, 1988, annexes 6.1 à 6.8, avec en particulier trois versions du système de Christian Wolff (6.4) et celui d'A.G. Kästner (6.7). On trouvera également de brèves définitions de plusieurs sous-disciplines mathématiques, basées sur des manuels d'époque, pp. 89-101. La plupart des systématiques reflètent cependant la distinction entre *mathématiques pures élémentaires* et *mathématiques pures supérieures*.

40. Schubring, 2003, p. 1054 (notre traduction).

et de l'ingénieur. L'État saxon traditionnellement manufacturier va entrer dès les premières décennies du XIX^{e} siècle dans la révolution industrielle. Sa politique scientifique va alors témoigner d'une recherche d'enseignabilité (*Lehrbarkeit*) et d'applicabilité (*Anwendbarkeit*) des mathématiques, revendiquée par les mathématiciens eux-mêmes [41].

Les nouvelles institutions techniques sont dirigées en Saxe par les ministères de l'intérieur et des finances, qui contrôlent aussi une partie de l'enseignement primaire et secondaire. Les connaissances mathématiques enseignées ne doivent pas viser à modéliser ou trouver des lois générales. La compréhension de la nature est moins importante que la découverte de formules utilisables dans la pratique. Il s'agit de recherches concrètes, abandonnant souvent l'objectif de la généralité au profit d'une multitude de micro-recherches. Les maîtres mots des mathématiciens de la *Bergakademie* de Freiberg, de la *Forstakademie* de Tharandt et de l'École polytechnique sont l'utilité et l'applicabilité (*Brauchbarkeit und Anwendbarkeit*) des mathématiques. Ainsi les mémoires scientifiques, publiés annuellement dans les instituts techniques, abordent la mathématisation de problèmes techniques particuliers plutôt que la recherche de lois de la nature. Ce mouvement, qui commence dès la fin du XVIII^{e} siècle, affecte concrètement la manière dont les opérations techniques sont réalisées en Saxe, et la science mathématique prend une importance sociale qui va modifier la manière dont elle est perçue.

Il y a deux corrolaires à cette affirmation. Tout d'abord il s'agit d'une période d'institutionnalisation et de professionnalisation de l'enseignement - et dans une moindre mesure de la recherche - en mathématiques. Ce mouvement n'est pas spontané mais résulte d'une volonté politique coordonnée, puisque les mathématiques sont la matière principale dans toutes les écoles techniques, ce qui distingue la Saxe de nombreux autres États germanophones. Le nombre de chaires augmente, tout comme celui des mathématiciens professionnels. Deuxièmement, le niveau de ces mathématiques pratiques est dans un premier temps très faible. Dans certains établissements, il ne s'élève que lentement et les professeurs évitent autant que possible, tant qu'ils ne sont pas poussés par la nécessité, d'enseigner le calcul infinitésimal. Ceci se comprend aisément si l'on considère d'une part la faiblesse de la diffusion des savoirs mathématiques dans la société saxonne, et d'autre part l'inertie du système d'enseignement. Jusqu'à ce que les institutions de formation puissent former des techniciens et des étudiants avec un niveau élevé en mathématiques, diffuser une solution technique utilisant le calcul infinitésimal n'a que peu d'utilité. En 1850, ce mouvement de professionnalisation a bouleversé le domaine de l'enseignement des mathématiques. Mais il a également créé de toute pièce un champ de recherche étendu, celui de l'ingénierie. L'institutionnalisation de l'enseignement et la multiplication des postes vont à leur tour favoriser un développement des mathématiques théoriques et appliquées.

41. Wussing, 1982, p. 88.

Sources et méthodes utilisées

Notre travail est divisé en quatre grands chapitres abordant chacun une institution, ou un groupe d'institutions, d'un point de vue chronologique. Ce choix résulte de considérations pratiques, puisque c'est autour de ces institutions que gravitent la plupart des mathématiciens saxons. C'est ici que se réalise l'essentiel de la transmission des connaissances, et c'est également en ces lieux qu'est créée et accumulée une partie importante des savoirs mathématiques. Mais notre plan atteint parfois ses limites, en ce qu'il produit inévitablement des points aveugles. Le premier concerne les mathématiciens amateurs, du moins ceux qui ne sont rattachés à aucune institution, écoles ou journaux, comme Carl Christian Illing (1747-1814). Marchand de formation et autodidacte, il écrit de nombreux ouvrages d'arithmétique pratique et tente même de lancer un mensuel d'arithmétique pratique, tout en vivant à Dresde d'enseignements particuliers, sans entretenir de contacts avec aucun des autres mathématiciens saxons. Le second concerne les mathématiciens qui ne travaillent pas dans les institutions étudiées, c'est-à-dire les académies militaires, l'Institut d'arpentage ou encore le Salon mathématico-physique de Dresde. S'ils sont parfois mentionnés quand ils interagissent avec d'autres mathématiciens, il est indéniable que le rôle qu'ils ont joué n'est pas suffisamment mis en valeur. Bien qu'il s'agisse essentiellement d'acteurs de second plan, ils appartiennent au paysage mathématique saxon qui ne serait pas complet sans eux.

Pour cette raison, des notices biographiques sont présentes en annexe (pp. 490-528), et le corps du texte y fait fréquemment référence [42]. Individuellement, elles permettent tout d'abord un accès rapide à l'essentiel des informations concernant un individu, qui n'est parfois que mentionné dans le cours du texte. Il s'agit d'une contextualisation nécessaire, surtout pour les passages où l'on est amené à énumérer des personnes, qui possèdent par exemple une caractéristique commune, sans pouvoir donner en détail la biographie de chaque individu. D'autre part, elles assurent que les mathématiciens n'appartenant pas aux institutions étudiées ne sont pas négligés dans le tour d'horizon de l'activité mathématique en Saxe. Prises collectivement, elles fournissent ainsi une autre vision, un autre traitement de notre sujet : en agrégeant l'ensemble des acteurs, on obtient le matériel pour une histoire sociale des mathématiques saxonnes entre 1765 et 1851. Un autre intérêt de ces notices biographiques est de fournir le support pour l'extraction de données quantitatives. Le choix de l'approche institutionnelle ne nous a pas permis de réaliser une véritable approche prosopographique, qui aurait pourtant un intérêt considérable [43]. Disposer au moins de notices pour l'ensemble des acteurs permet ainsi d'esquisser un second type d'argument pour documenter certaines évolutions de la figure du mathématicien liées à l'institutionnalisation de la discipline. Elles

42. Voir par exemple la notice biographique de C.C. Illing, p. 505.

43. Sur l'utilisation de méthodes quantitatives en histoire, voir Lemercier, 2005 ; en histoire des mathématiques, voir Goldstein, 1999 ; sur la question spécifique de la prosopographie, voir Pyenson, 1977 et Lemercier et Picard, 2011.

font par exemple ressortir la professionnalisation croissante de l'activité mathématique, l'importance du domaine technique, ou encore la plus grande mobilité sociale des mathématiciens qui y exercent.

La volonté d'insister sur l'évolution des institutions et les trajectoires des individus peut avoir comme corrolaire malheureux de réduire, voire de minorer, le rôle des grands mathématiciens et des avancées scientifiques. Ainsi C.F. Hindenburg, et surtout A.F. Möbius, ne sont sans doute pas traités à la hauteur des contributions considérables qu'ils ont pu apporter aux mathématiques. Ce choix repose sur plusieurs considérations, la première étant l'existence, pour les grands mathématiciens, de monographies traitant extensivement de leur œuvre. De plus, nous avons cherché à étudier les mathématiques en Saxe au point de vue local et contemporain. À cette époque, Möbius est moins connu et impliqué dans les milieux intellectuels et scientifiques saxons que M.W. Drobisch, le charismatique professeur de mathématiques de l'université de Leipzig, ou K.F. Heym, dont les contributions aux sciences actuarielles sont à l'origine de la sécurité sociale allemande - même si leurs noms sont aujourd'hui oubliés. La théorie des barycentres n'a obtenu aucun succès en Saxe, et Möbius même ne l'a pratiquement pas enseignée, de sorte qu'il aurait été difficile à un contemporain de prédire son importance future. Les efforts de M.W. Drobisch pour obtenir une reconnaissance dans l'application des mathématiques à la logique ou à la psychologie ont certes été largement éclipsés par des travaux ultérieurs ; à l'époque, ses ouvrages font néanmoins référence et seront constamment réimprimés jusqu'à la fin du siècle. Les travaux doivent donc être interprétés dans le cadre des institutions qui assurent leur diffusion et leur enseignement :

> « Si nous voulons faire plus que constater qu'un nouveau rôle social a été créé pour le mathématicien en Allemagne au cours du XIX^e^ siècle et décrire la réforme de l'université, le système scolaire, le déclin des académies et l'essor du séminaire [de recherche], nous devons analyser ces institutions et le rôle qu'y jouent les mathématiques en termes des buts et restrictions imposés par les savants eux-mêmes et par la société dans son ensemble. Une analyse institutionnelle devra regarder la connaissance qui y est produite et transmise. » [44]

Pour réaliser ce travail, il est possible de mettre à profit des sources variées. Nous avons accordé une importance particulière aux archives de l'université de Leipzig, de l'Académie des mines de Freiberg et de l'Institut de formation technique de Dresde. L'exploitation systématique des documents en relation avec les mathématiques, leur enseignement et la nomination de nouveaux professeurs permet d'appréhender le caractère global des politiques scientifiques saxonnes, contrariées seulement par l'autonomie relative de l'université. Pour les réformes de l'enseignement secondaire, surtout dans le second quart du XIX^e^ siècle, la

44. Mehrtens *et al.*, 1981, p. 264 (notre traduction).

variété des sources permet de reconstituer avec précision les différents niveaux de débats. Les archives du ministère de l'éducation permettent de suivre la position du gouvernement, les minutes des débats parlementaires rendent compte de l'opposition des philologues, tandis que les multiples ouvrages publiés par les partisans et adversaires de la réforme témoignent des enjeux présentés à l'opinion publique.

Le dépouillement des sources met en lumière l'interdépendance des institutions, à plusieurs niveaux. Pour les instituts techniques, il s'agit avant tout d'un rattachement direct aux ministères des finances et de l'intérieur. Les questions pédagogiques, techniques et financières sont donc traitées en parallèle, parfois dans les mêmes actes. Les réformes de l'enseignement des mathématiques dans l'un des établissements ont inévitablement des répercussions sur les autres. Les mathématiciens sont particulièrement actifs, et fournissent une grande partie des comptes rendus, sollicités ou spontanés, concernant les institutions scientifiques. Les professeurs de sciences de l'université participent aux réformes des écoles classiques, ceux de l'Institut de formation technique aux débats sur l'enseignement des mathématiques dans les écoles professionnelles. Des inconnus et des non-mathématiciens donnent leur avis sur tous ces sujets. Différentes associations, scientifiques et surtout industrielles, jouent un rôle actif dans les débats et comptent parmi leurs membres beaucoup de mathématiciens. Il devient ainsi possible de retrouver une unité méthodologique dans l'histoire institutionnelle des mathématiques saxonnes. Chaque chapitre, s'il est focalisé sur un établissement particulier, fait nécessairement appel au contexte global ainsi qu'à l'évolution des mathématiques dans le reste de l'État. On pourra ainsi dégager une image globale et résoudre les paradoxes de l'historiographie existante sur les rôles et mérites respectifs des différentes institutions. Afin de faciliter la lecture, on trouve en annexe deux organigrammes qui présentent les liens entre les administrations saxonnes et les institutions techniques et scientifiques aux deux bornes de la période étudiée, en 1765 et 1851 [45].

Nous ne proposons pas de comparaison systématique entre les mathématiques saxonnes et d'autres États, allemands ou européens. Bien que cela ait été un des buts de départ de notre recherche, celle-ci s'est progressivement centrée sur les débats internes à la Saxe. La raison en est à la fois la difficulté à produire une étude comparative de grande ampleur qui ait du sens, mais également le constat de la relative autonomie de l'objet étudié. Cela ne signifie pas que la littérature secondaire existante sera ignorée, et l'on s'efforcera autant que possible de noter ponctuellement les convergences ou l'originalité de la Saxe par rapport aux autres États allemands, dès lors que ces comparaisons sont pertinentes. Les programmes universitaires, ou les débats sur l'enseignement des mathématiques secondaires fournissent parfois la possibilité d'une évaluation plus méthodique, qu'il est alors possible d'enrichir par des témoignages individuels ou des sources d'archives.

45. Voir annexes B.1 et B.2, pp. 424-425.

Évolution des institutions mathématiques saxonnes entre 1765 et 1851

Le premier chapitre est consacré à l'étude des mathématiques dans les universités saxonnes. L'université de Wittenberg étant perdue au profit de la Prusse en 1815, il s'agit donc principalement d'une étude centrée sur l'université de Leipzig. En 1765, la Saxe possède ainsi deux des plus importantes universités en langue allemande. Nous commencerons par étudier en détail en quoi consistent les mathématiques universitaires à la fin du XVIII^{e} siècle, en soulignant la primauté des mathématiques élémentaires et d'un enseignement encyclopédique. Les disciplines mathématiques, leurs périmètres et leurs méthodes varient selon les universités et dépendent de la personnalité des professeurs ainsi que d'orientations locales. Il est ainsi possible de mettre en évidence un lien particulièrement étroit entre les mathématiques et les sciences camérales, qui traitent de la bonne administration de l'État, à l'université de Wittenberg. Le contenu des programmes, la nomination de nouveaux professeurs et les travaux de ces derniers nous permettent de préciser les caractéristiques de cette tendance.

À la fin du XVIII^{e} siècle, l'université de Leipzig témoigne des hésitations qui peuvent exister entre un enseignement des mathématiques qui cherche à se spécialiser et une vision encyclopédique plus traditionnelle. Ce dilemme est illustré par le débat qui vise, en 1796, à départager pour l'obtention d'une chaire extraordinaire Heinrich August Rothe (1773-1842), un étudiant de C.F. Hindenburg, et Christian Ludwig Sebas (1754-1806), représentant type de l'universitaire allemand polymathe. La montée en puissance d'un enseignement en mathématiques pures dans cette institution accompagne l'apparition de l'école d'analyse combinatoire autour de Hindenburg. À partir de l'étude des programmes universitaires et des archives de l'université de Leipzig, nous pourrons aborder l'histoire de cette école sous un angle institutionnel, ce qui fournit notamment des pistes pour expliquer sa disparition subite en Saxe à la fin des années 1800. Les deux décennies suivantes sont pour l'enseignement universitaire des mathématiques une période de crise. Incapable de choisir une politique scientifique cohérente ou d'attirer des savants reconnus, l'université de Leipzig voit les professeurs se succéder sans pouvoir éviter une désaffection des étudiants. Les cours de mathématiques stagnent à un niveau très bas, notamment en l'absence de réforme de l'enseignement secondaire de la discipline. Le second quart du XIX^{e} siècle est ensuite à Leipzig une période de renouvellement. À partir de l'arrivée de M.W. Drobisch au poste de professeur de mathématiques, de nouvelles expérimentations pédagogiques ont lieu. Une conception originale des mathématiques appliquées voit le jour, et de nouveaux liens se tissent entre mathématiques et philosophie, mais également entre mathématiques et sciences de la nature, tandis qu'une Société royale des sciences est créée en 1846.

L'histoire des mathématiques à l'Académie des mines de Freiberg forme le second chapitre de notre travail. Pour cela, il faut dans un premier temps étudier en détail la genèse de cette institution afin de mettre en évidence plusieurs points. Créée dans le cadre d'une réforme de l'État suite à la guerre de Sept Ans, l'Académie ne cherche pas à être une institution scientifique supérieure sur le modèle de l'université de Leipzig. Les mathématiques théoriques sont peu utilisées dans l'administration des mines et, par conséquent, peu représentées dans les premiers programmes d'enseignement. L'arrivée d'un nouveau professeur de mathématiques en la personne de Johann Friedrich Lempe (1757-1801) va permettre un essor de la discipline et l'apparition d'une tradition scientifique autonome à la *Bergakademie*. Il érige comme valeur de référence l'utilité (*Brauchbarkeit*) de la discipline mathématique, comme en témoigne notamment l'étude de son journal, le *Magazin für die Bergbaukunde*. Le travail étroit entre l'Académie et l'administration des mines (*Oberbergamt*) aboutit à de nombreuses réformes des enseignements, qui s'adaptent rapidement aux évolutions de l'institution et de l'exploitation des mines. Les mathématiques sont la matière la plus importante des programmes tandis que les professeurs - presque toujours des anciens élèves - rédigent leurs propres manuels et choisissent de nouvelles méthodes de transmission des connaissances. Pour mettre en évidence le rôle de l'organisation des institutions, il devient alors intéressant de comparer l'enseignement et les travaux mathématiques à l'université de Leipzig et à l'Académie de Freiberg. Le succès de cette dernière tient notamment à sa spécialisation et à l'orientation claire de sa politique scientifique. Pour illustrer cela, la dernière partie du chapitre est spécifiquement consacrée à l'histoire de la géométrie souterraine (*Markscheidekunst*) à Freiberg. Lempe va, le premier, réaliser une synthèse entre l'enseignement traditionnel des géomètres souterrains et les travaux universitaires en géométrie pratique. Après avoir décrit l'enseignement de la discipline, nous étudierons l'évolution des méthodes et des problèmes de géométrie souterraine chez les successeurs de Lempe, jusqu'à la publication en 1851 de *Die neue Markscheidekunst* d'Albin Julius Weisbach (1806-1871).

Si le succès phénoménal de l'Académie des mines de Freiberg dépasse largement la Saxe, il a dans cet État particulièrement influencé l'organisation de l'enseignement technique. Le troisième chapitre étudie ainsi la création et l'évolution des institutions technico-scientifiques jusqu'au milieu du XIXe siècle. Dans une première partie est retracée l'histoire de l'Académie forestière de Tharandt, qui cherche à renouveler le succès de la *Bergakademie*. Nous y observons une fois de plus le succès de la méthode qui cherche à rationaliser une activité économique par l'utilisation systématique de connaissances mathématiques variées, souvent élémentaires. L'enseignement et les publications des professeurs de mathématiques forestières sont étudiés de Johann Adam Reum (1780-1839) à Maximilian Robert Preßler (1815-1886). Le cœur du chapitre est consacré à l'étude de l'Institut de formation technique, créé en 1828, qui devient en 1851 l'École polytechnique de Dresde. La genèse de cette institution permet d'éclairer la conception des liens entre mathématiques et techniques dans la Saxe préindustrielle, et notamment de combattre le mythe d'un établissement inspiré de l'École polytechnique de Paris. Après des débuts modestes, les réformes se succèdent à un rythme effréné jusqu'au milieu du siècle et le rôle des mathématiques ne cesse de croître, jusqu'à en faire l'outil principal de l'ingénieur saxon. L'étude systématique des programmes permet de montrer le rôle déterminant de Johann Andreas Schubert (1808-1870), professeur de mathématiques et ingénieur, qui va chercher à mettre les mathématiques supérieures au service de l'essor industriel. On assiste alors à la mise en place de nouvelles institutions professionnelles, moyennes et supérieures, en particulier l'École professionnelle supérieure de Chemnitz. Elles préparent à l'École polytechnique et constituent une filière alternative dans laquelle mathématiques et sciences naturelles forment l'ossature des programmes, contrairement au cursus classique, *Gymnasium* puis université. Ces institutions sont de plus parfaitement intégrées aux milieux mathématique et technique allemands. La dernière partie du chapitre cherche à esquisser le rôle joué par les mathématiques dans la révolution industrielle saxonne. Cette implication est encouragée par le gouvernement qui finance les voyages des mathématiciens dans toute l'Europe, et favorise l'interaction entre les institutions d'enseignement, les associations industrielles et les manufactures. Pour mettre en relief le rôle joué par les mathématiciens dans l'essor économique saxon, nous étudions ensuite leur participation au développement de la vapeur, domaine dans lequel la Saxe acquiert un savoir-faire mondialement reconnu.

Le dernier chapitre est consacré à l'enseignement secondaire des mathématiques en Saxe. Les liens avec les institutions précédemment étudiées, tout comme la participation aux réformes scolaires de mathématiciens de ces établissements, sont systématiquement décrits. Cela souligne l'importance croissante de la politique scientifique et les interactions, constantes dans le second quart du XIX^e^ siècle, entre les différents lieux où les mathématiques sont enseignées et pratiquées. À la fin du XVIII^e^ siècle, l'enseignement des mathématiques est négligé, à l'exception de certaines écoles d'État (*Landesschulen*). La loi adoptée en 1773 est un compromis qui tourne à l'avantage des philologues, et conserve un *statu quo* défavorable aux sciences exactes. La faible reconnaissance dont bénéficie la discipline se reflète dans la position sociale inférieure du *Mathematicus*, le maître de mathématiques des écoles saxonnes. Le rôle de la discipline est débattu, tout comme l'opportunité de créer un enseignement professionnel. Mais le parti des enseignants de mathématiques est loin de pouvoir rivaliser avec celui des philologues, qui contrôlent la plupart des établissements. Il faut attendre que l'enseignement secondaire devienne une compétence de l'État pour qu'une réforme d'ampleur soit possible. La création d'un ministère de l'éducation en 1831 fournit l'occasion attendue. Le rôle des mathématiques dans les écoles secondaires est alors vivement débattu dans les deux chambres du parlement, dans les ministères ainsi que sur la place publique par l'intermédiaire de nombreux livres et brochures. Mais l'implication des mathématiciens, au premier rang desquels M.W. Drobisch, ne parvient pas à empêcher le rejet du texte. Les réformes vont être réalisées en plusieurs étapes au cours des années 1830. L'une des spécificités de la Saxe est l'adoption d'un modèle d'écoles professionnelles (*Gewerbeschulen*) sensiblement différent de ses voisins (*Realschulen*). Dans les années 1840, un examen est finalement mis en place pour la sélection des enseignants : contrairement à la Prusse, ou aux autres États allemands, l'université ne possède pas le monopole de leur formation et l'École polytechnique de Dresde joue un rôle important. Le manque de soutien politique à la création d'un séminaire de mathématiques à l'université de Leipzig et les conceptions pédagogiques variées sur le rôle de cette institution seront finalement abordés.

Chapitre 1

L'université saxonne, de l'école combinatoire aux mathématiques appliquées

Introduction

Ce premier chapitre étudie l'histoire des mathématiques dans l'institution universitaire saxonne. Celle-ci occupe, au XVIII^e siècle, une position privilégiée : la Saxe ne possédant pas d'Académie des sciences, l'université est le seul type d'établissement d'enseignement supérieur. La Saxe compte en 1765 deux universités renommées dans tout l'espace germanophone, celle de Wittenberg et surtout celle de Leipzig, la première étant perdue en 1815 au profit de la Prusse. Retracer l'histoire institutionnelle des mathématiques saxonnes suppose d'étudier le type d'activités mathématiques qui ont pu y prendre place, mais également la politique scientifique qui y est menée. Celle-ci résulte de négociations permanentes entre les professeurs de la faculté de philosophie et le gouvernement de l'État. Enfin, il ne saurait être question d'oublier que les universités saxonnes font partie d'une aire germanophone, et donc d'un contexte scientifique plus général qui évolue considérablement entre 1765 et 1850. Il faut donc montrer l'interaction avec les autres institutions saxonnes et allemandes, ainsi que l'évolution de la position occupée par l'université de Leipzig dans le champ de l'enseignement et de la recherche en mathématiques.

Les deux universités saxonnes, et particulièrement celle de Leipzig, ont naturellement déjà fait l'objet d'un nombre considérable d'études. Celles-ci mettent à profit des méthodes variées, et analysent des objets parfois très différents. La tradition allemande d'histoire des institutions a produit, au gré des jubilés successifs de ces établissements, des comptes rendus plus ou moins détaillés de la succession des chaires scientifiques, de l'évolution de leurs intitulés et de leurs périmètres [1]. On y trouve également le profil des différentes

1. Trois travaux de référence, qui étudient au-delà de l'université de Leipzig l'enseignement universitaire

personnes ayant occupé les fonctions de professeurs de mathématiques, d'astronomie [2] ou de physique, les trois chaires où l'on trouve traditionnellement des mathématiciens. Nous verrons qu'elles sont loin d'épuiser cette matière, puisqu'il faut y ajouter un nombre conséquent de professeurs extraordinaires de philosophie, de *Privatdozenten*, voire d'étudiants. La tradition biographique a également fourni des études détaillées sur les personnages les plus célèbres de cette période, comme Hindenburg ou Möbius [3] ; certains travaux se sont focalisés sur les résultats obtenus par des mathématiciens de l'université. L'école d'analyse combinatoire, représentée à Leipzig par Hindenburg ainsi que plusieurs de ses étudiants, a fait l'objet depuis un quart de siècle d'une réévaluation considérable. Elle a troqué son statut d'aberration historique pour celui, plus enviable, de première école de mathématiques pures en Allemagne, dont les efforts se sont cependant révélés infructueux. Des travaux récents ont étudié les liens entre mathématiques et physique sur la période 1830-1945 [4], tandis qu'une étude de H. Kühn présente un tableau compréhensif de ce qu'a pu être l'enseignement des mathématiques à Leipzig au XVIIIe siècle [5].

Ce chapitre cherche à analyser, sur la période 1765-1851, la dynamique de l'évolution des politiques d'enseignement et de recherche en mathématiques dans les universités de l'État de Saxe. Les archives encore conservées comprennent les délibérations détaillées sur la nomination des professeurs qui permettent, mises en relation avec l'évolution politique de l'université, de discerner une tendance claire du gouvernement saxon à imposer une politique scientifique à une université qui reste théoriquement indépendante jusque dans les années 1830 [6]. Une masse considérable de renseignements est fournie par les programmes universitaires, publiés semestriellement en latin ou en allemand, qui recensent tous les enseignements annoncés dans les universités de Leipzig et Wittenberg. Nous avons pu exploiter de manière systématique les programmes de Leipzig, bien plus complets et étendus ; la liste des cours de mathématiques, extraite, harmonisée et traduite en français, est fournie dans un tableau

des mathématiques allemandes, sont Lorey, 1916 ; Scharlau, 1990 et Ruëgg, 2004, pp. 3-82. Sur l'université de Wittenberg, voir Friedensburg, 1917 ; W. Langhammer, « Some Aspects of the Development of Mathematics at the University of Halle-Wittenberg in the early 19th Century », dans Jahnke et Otte, 1981, pp. 235-254, et R. Lieberwirth, « Zur Geschichte der Universität Wittenberg im 18. Jahrhundert », dans Czok, 1987, pp. 111-118. Sur Leipzig, voir Schwarzburger, 1959 (à l'occasion du 550e anniversaire de l'université) ; Purkert, 1981 ; Czok, 1987 (575e anniversaire) ; Krause, 2003 ; Girlich et Schlote, 2007 (republié pour le 600e anniversaire de l'université en 2009).

2. Une étude spécifiquement dédiée à l'histoire de l'observatoire de l'université de Leipzig et de ceux qui y ont travaillé est Ilgauds et Münzel, 1995.

3. Sur A.F. Möbius, voir Eccarius, 1986 et Loh, 1995 ; sur C.F. Hindenburg, voir Noble, 2011, notamment pp. 136-137 et pp. 189-194.

4. Sur la période qui nous concerne, voir Schlote, 2004 ainsi que Jungnickel, 1979.

5. Kühn, 1988, ainsi qu'une version abrégée de ce travail publiée sous forme d'article, Kühn et Scholze, 1991.

6. Concernant l'évolution de la constitution (*Verfassung*) ainsi que de l'organisation de l'université, et en particulier du mouvement de réforme qui se traduit par une prise de contrôle de l'État dans les années 1830, voir l'article de K. Blaschke, « Die Universität Leipzig im Wandel vom *Ancien Régime* zum bürgerlichen Staat », dans Czok, 1987, pp. 133-154.

en annexe (pp. 451-486), accompagnée de diagrammes qui présentent les évolutions les plus remarquables (figures K.1-K.3, pp. 487-489) [7]. Pour les quelque 1600 enseignements proposés sur la période 1774-1850, nous disposons ainsi du titre du cours, celui du professeur, le statut du cours et son horaire, parfois même le titre du manuel sur lequel l'enseignement est basé ou d'autres informations supplémentaires. Ces programmes permettent de tirer des conclusions quantitatives significatives sur l'évolution de l'enseignement des mathématiques dans les universités saxonnes. Il est également possible de les croiser avec des informations qualitatives tirées des manuels utilisés, ou des témoignages d'étudiants et de professeurs sur le déroulement des cours. Nous obtenons ainsi une image assez précise et parfois surprenante du niveau et du contenu des mathématiques universitaires à cette époque.

Ce chapitre se compose de quatre parties. La première étudie l'organisation de l'université allemande à la fin du XVIII^e siècle, afin notamment de souligner la place mineure accordée aux mathématiques et l'absence d'un objectif de recherche, au sens de poursuite systématique de nouveaux résultats. Notre étude des programmes fait ressortir le faible niveau général des enseignements, tandis que l'analyse des nominations permet de suivre les tentatives infructueuses du gouvernement saxon pour orienter la présentation des mathématiques vers des sujets qu'il juge économiquement intéressants. Nous montrons que le contenu des cours de mathématiques dans les deux universités saxonnes diffère sensiblement, en mettant en évidence une forme de spécialisation des enseignements. La seconde partie propose une vision institutionnelle de l'histoire de l'école d'analyse combinatoire à l'université de Leipzig. Nous fournissons ainsi de nouveaux arguments pour renforcer l'affirmation selon laquelle il s'agit bien d'une école scientifique en mathématiques pures, phénomène alors nouveau en Allemagne. L'étude des journaux lancés entre 1781 et 1800 par C.F. Hindenburg s'y rattache, dans la mesure où ceux-ci sont utilisés comme outils de diffusion de son programme, ainsi que pour tenter de cimenter le statut de la discipline combinatoire. Au début du XIX^e siècle, il est possible de rendre compte de la disparition de l'école, qui coïncide en Saxe avec la mort de Hindenburg, d'un point de vue purement institutionnel. La troisième partie décrit la période 1808-1824 et vise à expliquer pourquoi, en dépit de la présence de plusieurs grands mathématiciens - Rüdiger, Mollweide et Möbius -, l'université de Leipzig ne parvient ni à réformer ses enseignements, ni à proposer une politique scientifique cohérente. L'échec du recrutement de C.F. Gauß et de J.K. Burckhardt aux postes de professeurs d'astronomie et de mathématiques, ainsi que l'arrivée de Möbius et Drobisch, illustrent les vicissitudes

7. Ces programmes se trouvent dans la bibliothèque de l'université de Leipzig (*Universitätsbibliothek Leipzig*), dans la suite du texte UBL - Vorlesungsverzeichnisse. Les programmes de l'université de Wittenberg n'ont pas été reproduits en annexe, car ils sont bien moins complets, n'indiquent pas les manuels utilisés et ne mentionnent pas toujours la fréquence hebdomadaire des enseignements. Le nombre de cours proposés est en outre bien moindre. Nous ferons néanmoins appel ponctuellement à des statistiques tirées de ces programmes, qui se trouvent dans les archives de l'université de Halle (*Universitätsarchiv Halle-Wittenberg*), dans la suite du texte UAH - 38^b, *Acta die auf der Universität Wittenberg zu haltenden Lectiones betreffend.*

des mathématiques universitaires saxonnes. La dernière partie étudie le second quart du XIX^e siècle, durant lequel s'opère une réorientation des mathématiques universitaires vers l'étude de la nature. Cette période voit d'intéressantes expérimentations dans le domaine des mathématiques appliquées à la psychologie, aux sciences naturelles ou à la logique, notamment sous l'influence de la *Naturphilosophie*.

1.1 Les mathématiques dans les universités de Wittenberg et de Leipzig (1769-1808)

> « Université (n.f) : du latin moyen *Universitas*, une école supérieure dotée de divers privilèges, dans laquelle sont enseignés tous les types d'arts libéraux et de sciences supérieures, que l'on nomme parfois académie, bien que ce mot désigne, au sens étroit, également un autre type d'établissement. » [8]
>
> J.C. Adelung, *Ober-Bibliothekar* de l'Électorat de Saxe, 1801.

Académies et universités en Saxe

Pour comprendre la position exacte de la discipline mathématique dans l'université allemande en général, et dans celles de Leipzig et Wittenberg en particulier, il faut commencer par considérer la nature de cette institution avant le mouvement de réforme qui aura lieu au XIX^e siècle, et dont la principale manifestation est l'inscription d'une activité de recherche comme but de l'établissement aux côtés de l'enseignement [9]. Avant cela, l'université désigne une école supérieure qui possède deux buts principaux. Le premier est de donner à l'étudiant une formation savante, c'est-à-dire encyclopédique, faisant ainsi de lui un érudit (*Gelehrte*). Le second est celui de préparer à certains types de professions supérieures, en particulier dans les domaines du droit, de la médecine et de la théologie. Il faut souligner que l'idée selon laquelle l'université devrait, ou même seulement pourrait, contribuer au progrès de la science n'existe pas ; le dictionnaire de Johann Christoph Adelung (1732-1806) mentionne ainsi comme seul but la transmission des connaissances. Les ouvrages consacrés aux universités insistent même presque systématiquement sur l'idée selon laquelle « améliorer la science, ou faire une nouvelle invention, n'est à dire vrai pas le devoir d'une école, qu'elle soit élémentaire

8. Adelung, 1801 [1774], vol. 4, p. 873 : « *Die Universität, plur. die -en, aus dem mittlern Lat.* Universitas*, eine mit verschiedenen Freyheiten begabte hohe Schule, auf welcher alle Arten freyer Künste und höherer Wissenschaften gelehret werden, welche man zuweilen auch wohl eine Akademie zu nennen pflegt, obgleich dieses Wort in engerer Bedeutung noch eine Anstalt anderer Art bezeichnet.* »

9. Sur les réformes de l'université allemande, en particulier prussienne, au début du XIX^e siècle, voir Schubring, 1991, pp. 276-326, et spécifiquement sur l'université de Berlin, Schubring, 1992.

ou supérieure : c'est plutôt l'affaire de génies chanceux isolés, ou des sociétés des sciences » [10]. Il existe donc une dichotomie entre l'activité d'enseignement et l'établissement de nouveaux résultats, qui sont jugés inconciliables, au point de ne pouvoir être pratiqués dans les mêmes établissements. Si l'on reconnaît bien sûr que les disciplines académiques sont susceptibles de s'améliorer, la capacité de faire progresser la science est considérée comme un don, et souvent même incompatible avec celle de transmettre les connaissances, si bien qu'au XVIII^e siècle, « si l'on voulait simplement engager dans les universités les génies inventifs, on manquait alors souvent le plus crucial, le bon enseignant. » [11] Un savant saxon, Carl Friedrich Zimmermann (1713-1747), explique en 1746 la différence entre ce qu'il nomme les deux grands types d'académies présentes en Allemagne. La première est orientée vers la recherche, comme le sont par exemple les académies des sciences, et n'accepte « comme membres que des hommes très savants et expérimentés » [12]. C'est dans ce lieu que se fait la recherche avant d'être diffusée par l'intermédiaire des ouvrages savants. Le second type est l'université, à laquelle Zimmermann attribue un rôle élémentaire bien différent des académies précédentes :

> « On rencontre en revanche également des académies, où des hommes savants sont là pour instruire, principalement par un enseignement oral, d'autres gens jeunes et habiles, pour leur rendre claires et précises les vérités savantes ; et d'après cet emploi étendu du mot, les universités sont également appelées académies. On reconnaît entre ces deux types d'académies très facilement une différence, puisque les premières pénètrent déjà profondément dans l'essence des sciences et s'appliquent à analyser, inventer et expliquer les vérités supérieures ; à l'inverse, les secondes s'arrêtent à ce qui concerne les éléments [*Anfangs-Gründe*] de ces sciences, et expliquent les principes qui sont nécessaires à un apprentissage compréhensible de celles-ci. » [13]

Le rôle de l'université allemande est donc de transmettre des connaissances élémentaires, nécessaires pour que les étudiants puissent ensuite comprendre les vérités supérieures qui sont découvertes dans les autres académies [14]. Il faut dès à présent constater que la

10. Michaelis, 1769-1770, vol. 1, p. 92 : « *Die Wissenschaft zu verbessern, eine neue Erfindung zu machen, ist eigentlich nicht die Pflicht einer Schule, mag sie hoch oder niedrig heissen : sondern es ist die Sache einzelner glücklicher Genies, oder der Societäten der Wissenschaften* ».

11. Michaelis, 1769-1770, vol. 2, p. 130 : « *wollte man blos die erfinderischen Genies für Universitäten aussuchen, so würde man oft darüber das Wesentlichste, den guten Lehrer, vermissen.* »

12. Zimmermann, 1746, p. 14 : « *nur grosse gelehrte und erfahrne Männer* ».

13. Zimmermann, 1746, p. 14 : « *Es sind aber hingegen auch Academien anzutreffen, wo gelehrte und dazu bestellte Männer, vornehmlich durch den mündlichen Unterricht, andere iunge und geschickte Leute zu unterweisen, und ihnen die gelehrten Wahrheiten deutlich und klar zu machen bestellt sind ; und nach diesem erweiterten Wort-Gebrauch werden auch die Universitäten Academien genennet. Zwischen diesen beiden Arten der Academien giebt sich ganz leicht der Unterschied zu erkennen, indem die erstern schon tiefer in das Wesen der Wissenschaften eindringen, und die höhern Wahrheiten zu untersuchen, zu erfinden und zu erklären sich bemühen ; leztere hingegen bey demienigen, was die Anfangs-Gründe derer Wissenschaft betrifft, stehen bleiben und dieienigen Sätze, die zu einer begreiflichen Erlernung derselben nöthig sind, deutlich machen.* »

14. Cette dichotomie se retrouve par exemple en Prusse ; voir Klein, 2010, pp. 447-448.

Saxe ne possède pas à l'époque d'académie des sciences. Ces académies, contrairement aux universités qui possèdent des ressources financières propres, sont intégralement financées par les États et dépendent donc de la volonté des souverains. En 1704, Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), ancien étudiant de l'université de Leipzig, propose au gouvernement de Saxe un plan d'académie des sciences. Il entame des négociations et se serait même déplacé à Dresde pour défendre son projet [15]. Si l'université n'élève pas d'objection, et que le roi donne dans un premier temps son accord, prévoyant une société littéraire et mathématique qui possèderait même son propre journal [16], le projet semble avoir été abandonné sans qu'aucune raison précise ne soit fournie. Cet échec est d'autant plus étonnant que le duché de Saxe est, avant les guerres napoléoniennes, l'un des États les plus importants du Saint-Empire romain germanique. Le duc de Saxe possède le titre d'électeur et règne sur la Pologne jusqu'à la défaite contre la Prusse au cours de la guerre de Sept Ans.

En 1765, la Saxe ne possède donc pas d'académie des sciences mais deux universités, situées dans les villes de Wittenberg et Leipzig. Elles forment, avec les universités d'Iéna et de Halle, un groupe habituellement désigné comme les « universités saxonnes ». Ce sont à la fois les plus prestigieuses et les plus fréquentées dans l'aire germanophone, l'adjectif saxon renvoyant ici à une aire culturelle et non pas à une structure politique [17]. À cette époque, les universités de Berlin et Munich n'existent pas encore, tandis que celle de Göttingen a récemment été fondée (1734). Il est difficile d'estimer la fréquentation réelle de ces établissements, y compris en utilisant les fichiers d'inscriptions, et il serait encore plus périlleux d'en inférer des indices de fréquentation pour les cours de mathématiques. Il semble néanmoins possible d'affirmer, en se basant en particulier sur les travaux de F. Eulenburg, que les deux universités saxonnes faisaient partie des plus fréquentées d'Allemagne. Sur la période 1700-1790, l'université de Leipzig est la troisième en fréquentation moyenne, tandis que Wittenberg occupe la cinquième place. Sur la période 1761-1801, l'université de Leipzig occupe en nombre d'inscriptions chaque année l'une des trois premières places [18]. Ces deux universités, et en particulier celle de Leipzig, sont donc des établissements de premier plan, prisés aussi bien par les étudiants que par les professeurs [19].

---

15. Les lettres de G.W. Leibniz ainsi que les négociations de 1704 sont reproduites en annexes dans Lea et Wiemers, 1996, pp. 173-187.

16. Lea et Wiemers, 1996, p. 60.

17. Nous proposons une carte de la Saxe et de l'aire saxonne dans l'annexe A.3, p. 423. Sur les « universités saxonnes », voir l'article de G. Mühlpfordt dans Czok, 1987, pp. 25-50, « Die "sächsischen Universitäten" Leipzig, Jena, Halle und Wittenberg als Vorhut der deutschen Aufklärung ».

18. Voir Eulenburg, 1995 [1909], figure 7, p. 153, où la fréquence moyenne est de 741 étudiants pour Leipzig, 324 pour Wittenberg (tableau 5, pp. 162-163, ainsi que pp. 260, 298-303). Sur la difficulté et les précautions à prendre sur la question de la fréquentation réelle des universités, on consultera Frijhoff, 1979.

19. On trouve dans Ruëgg, 2004, p. 49, l'affirmation selon laquelle les professeurs de l'université de Leipzig auraient été bien moins payés que ceux des autres universités, l'auteur de l'article établissant un lien avec l'absence de recherche (alors que la recherche, on l'a vu, n'est de toute façon pas le but de l'université à cette époque). Il avance le chiffre d'un salaire annuel de 250 talers ; les salaires des professeurs de mathématiques, que nous indiquerons autant que possible lors des nominations, montrent clairement que

1.1.1 Rôle et statut des mathématiques universitaires

Les mathématiques occupent, dans l'université allemande et plus spécifiquement saxonne du XVIII^e siècle, une place ambivalente. D'un côté, elles font partie de la faculté de philosophie, qui est hiérarchiquement inférieure aux trois facultés de droit, médecine et théologie. Celles-ci enseignent les *Brotwissenschaften*, les « sciences gagne-pain » (on trouve parfois également le terme de *Brotstudien*, littéralement « études du pain ») qui préparent aux professions supérieures dans l'administration ou la religion. À l'intérieur même de la faculté de philosophie, les sciences mathématiques et naturelles sont en minorité, et se voient reléguées au rang de disciplines préparatoires, voire divertissantes, comme en témoignent par exemple les nombreux cours d'« astronomie populaire » ou de « physique populaire ». Cette situation a une incidence forte sur leur statut et sur la considération qu'ont pour elles les étudiants. De multiples témoignages, ainsi que des indices de fréquentation des cours de mathématiques [20], indiquent que les étudiants ne suivaient généralement qu'un seul enseignement de ce type au cours de leur cursus de droit, médecine et théologie. Les mathématiques ont alors une place très similaire à celle de la philosophie. Elles font ainsi partie de la propédeutique universitaire, de sorte que l'on insiste davantage sur leur rôle dans la formation de l'esprit de l'étudiant que sur des résultats particuliers. Dans cette optique, il est évident qu'elles ne peuvent avoir d'utilité concrète, ce qui se traduit bien souvent par une indifférence des étudiants. Un bon aperçu de la situation est donné par Abraham Gottelf Kästner, sans doute le mathématicien allemand le plus influent de sa génération, qui fut étudiant, puis professeur extraordinaire à Leipzig de 1746 à 1756 avant d'être nommé à l'université de Göttingen [21]. Il publie en 1768 un essai intitulé *Commentaire sur un passage de Varro sur l'une des raisons pour lesquelles les mathématiques sont encore en Allemagne considérées comme inutiles* (*Commentarius über eine Stelle des Varro von einer der Ursachen warum die Mathematik in Deutschland immer noch für unnütz gehalten wird*) où il décrit le comportement des étudiants face à la discipline et regrette qu'elle soit unanimement considérée comme un art non lucratif (*brotlose Kunst*) [22]. La cause mentionnée par Kästner et Varrus est la suivante :

> « on n'apprend généralement rien des mathématiques, ou alors bien trop peu pour

les salaires fixes, c'est-à-dire hors rémunération des cours privés, étaient plus élevés que cela. Il est cependant juste de dire que les conditions financières à Leipzig étaient relativement mauvaises comparées à d'autres universités (voir par exemple Kühn, 1988, p. 111).

20. Voir par exemple Drobisch, 1832, pp. 68 et suivantes, pour un témoignage précis datant des années 1830.

21. Sur la biographie d'A.G. Kästner, qui est à la fois professeur de mathématiques, écrivain et philosophe, voir Baasner, 1991.

22. Kästner, 1768, p. 40. Il indique en introduction que son essai a d'abord été publié comme annonce pour ses cours de mathématiques. On voit donc qu'il ne s'agit pas d'un texte littéraire destiné à la polémique ou au débat, mais bien un outil concret pour recruter des étudiants. On peut relever l'opposition entre les sciences valorisées socialement (*Brotwissenschaften*) et les mathématiques (*brotlose Kunst*).

> que cela puisse apporter une véritable utilité pratique [*eigentlichen praktischen Nutzen*]. Les étudiants qui trouvent encore le temps, outre leur étonnant zèle dans les autres sciences, de penser aux mathématiques, se contentent pour la plupart d'écouter ce que l'on nomme mathématiques pures. Ce que l'on en apprend en un semestre avec aisance, et dont on se contente dans la plupart des universités allemandes, fait de celui qui le maîtrise au mieux un animal qui sait compter ; mais lorsqu'il lui manque le calcul décimal, littéral et des connaissances solides des logarithmes, son arithmétique est encore bien éloignée d'une utilité [*Brauchbarkeit*] pratique suffisante [...] : et si sa géométrie se limite aux toutes premières propriétés des triangles, il n'est alors même pas en mesure de comprendre complètement des travaux d'arpentage les plus communs, et de juger de leur pertinence. » [23]

Les cours de mathématiques pures élémentaires, qui comme Kästner l'indique, sont composés d'une introduction à l'arithmétique, à la géométrie et à la trigonométrie, sont donc d'un niveau très faible et ne peuvent être utilisés dans la pratique. Cela est d'ailleurs assez cohérent avec la mission de l'université, qui ne cherche pas à former des artisans ou des techniciens, mais des savants polymathes et la future administration. Ces cours élémentaires doivent fournir à l'étudiant un rapide panorama de l'ensemble des connaissances humaines avant sa spécialisation dans l'une des trois facultés supérieures. Ce faible niveau dans l'enseignement des mathématiques, ainsi que la position de cette discipline dans l'institution universitaire, permettent de mieux comprendre le lien étroit qui l'unit à la philosophie. À la fin du XVIIIe siècle, il n'est pas rare de considérer les mathématiques comme une partie non seulement de la faculté de philosophie, mais également de la discipline philosophique [24]. Elle partage en effet avec cette dernière des questionnements sur la nature du raisonnement et sur la méthode scientifique. Les grands mathématiciens allemands du XVIIIe siècle, comme Kästner ou Christian Wolff (1679-1754), se considèrent et sont considérés presque indifféremment comme mathématiciens et philosophes. Les célèbres *Éléments de l'ensemble des sciences mathématiques* de C. Wolff, publiés en 1710 et constamment réédités au cours du siècle pour un usage universitaire, commencent par un essai philosophique intitulé *Brève instruction sur la méthode mathématique, ou art d'enseigner* (*Kurtzer Unterricht /*

23. Kästner, 1768, pp. 40-41 : « *Man lernt ordentlich von der Mathematik gar nichts, oder doch viel zu wenig, als daß es einen eigentlichen praktischen Nutzen bringen könnte. Diejenigen Studirenden, welche vor ihrem erstaunlichen Fleisse in andern Wissenschaften noch Zeit finden, an die Mathematik zu denken, begnügen sich meistens damit, die sogenannte reine Mathematik zu hören. Was sich davon in einem halben Jahr mit Bequemlichkeit, und noch auf den meisten deutschen Universitäten allein gelernt wird, macht den, der es weiß, noch allenfalls zu einem Thiere das zählen kann, wenn ihm aber Decimalrechnung, Buchstabenrechnung, gründliche Kenntniße der Logarithmen, fehlen, so ist seine Arithmetik von einer zulänglichen praktischen Brauchbarkeit noch weit entfernt* [...] *; und wenn sich seine Geometrie auf die allerersten Eigenschaften der Dreyecke einschränket, so ist er nicht einmal im Stande die Arbeiten des gemeinstens Feldmessens vollständig zu begreifen, und ihre Richtigkeit zu beurtheilen.* »

24. Voir là-dessus Arndt, 1971, en particulier sur C. Wolff pp. 125-149, ainsi que Morel, 2013a, pp. 75-77.

von der Mathematischen Methode / oder Lehr-Art) [25].

Les mathématiques pures élémentaires représentent une proportion très importante des cours dans les universités allemandes. On le constate en étudiant leur présence dans les programmes d'enseignement des établissements de Leipzig et Wittenberg. Pour déterminer quels sont les cours de mathématiques élémentaires, plusieurs critères peuvent être utilisés. Si le programme mentionne explicitement un cours de mathématiques pures élémentaires, comme par exemple *Mathesin pura Elementaris*, *Elementa arithmetices et geometriae* ou *die Anfängsgründe der reinen mathematik*, l'indication est claire. En l'absence d'informations aussi précises, c'est-à-dire lorsque le programme annonce simplement un cours de mathématiques pures, il faut se reporter au manuel utilisé. Si le cours est basé sur les *Éléments* (*Anfangsgründe*) de Kästner ou de Wolff, ou *a fortiori* sur une version abrégée de ces éléments (*Auszug aus den Anfangsgründen*), ce qui est fréquemment le cas, on peut en déduire qu'il s'agit d'un cours de mathématiques pures élémentaires [26]. La description du cours permet également de déterminer dans certains cas s'il s'agit de mathématiques pures élémentaires. Le cas le plus commun est celui des cours concernant « l'arithmétique, la géométrie et la trigonométrie » (*Mathesis pura, Arithmetica, Geometria et Trigonometria* en latin, *die Arithmetik, Geometrie und ebene Trigonometrie* en allemand), qui sont le plus souvent d'ailleurs combinés avec l'un des manuels précédemment cités. On classe également dans cette catégorie les cours de calculs littéral ou numérique (*die Rechenkunst*, *Buchstabenrechnung*). Ces enseignements s'adressent indéniablement à des étudiants ayant une formation initiale inexistante ou extrêmement limitée dans cette discipline. Ce constat est parfois explicitement présenté dans les programmes, par exemple en 1776 par Georg Heinrich Borz (1714-1799) :

> « Georg Heinrich Borz, P[rofesseur]. O[rdinaire]. de mathématiques [...]. Cours privé, quatre jours [par semaine] à dix heures. *Arithmétique, géométrie et trigonométrie élémentaire*, d'après le manuel de mathématiques élémentaires de Wolff, expliqué de la manière habituelle à l'attention de ceux qui ne possèdent aucune connaissance de cette science. » [27]

25. Wolff, 1710. La dernière mention d'un des manuels de C. Wolff à l'université de Leipzig se trouve en 1807, date jusqu'à laquelle il est utilisé pratiquement chaque semestre.

26. La liste des manuels que nous avons considérés comme n'ayant pu servir de support qu'à un cours de mathématiques pures élémentaires est la suivante - dans le cas des *Anfangsgründe*, il s'agit toujours des premiers volumes, spécifiquement consacrés à l'arithmétique, géométrie et trigonométrie : Wolff, 1710 ; Wolff, 1713 ; Segner, 1756 ; Kästner, 1758 ; Funk, 1773 ; Karsten, 1781 ; Klügel, 1782 (ce dernier peut éventuellement avoir aussi été utilisé en mathématiques pratiques) ; Lorenz, 1785 ; Mayer *et al.*, 1797. Afin d'éviter les confusions, tous les manuels sont toujours cités selon la date de première édition, sauf en cas de modifications conséquentes par un autre auteur, comme Mayer *et al.*, 1797. Sur les *Anfangsgründe* en général, et celles de Kästner en particulier, une étude très récente est Kröger, 2013.

27. *Universitätsbibliothek Leipzig*, dans la suite du texte UBL - Catalogus Lectionum, 1776, p. 11 : « *Georg. Henr. Borzt, Mathes. P.O.* [...] Privatim *quaternis diebus h. X.* elementa arith. geom. et trigon. *duce Wolfio, in compendio elementari mathes. in gratiam eorum, qui nulla huius scientae cognitione imbuti sunt, more consueto exponet.* » C'est l'auteur du programme qui met en italique.

Nous avons par contre systématiquement exclu des mathématiques pures élémentaires les enseignements de mathématiques pures proposés sous la forme de *privatissime*. Ce type de cours particuliers était en effet souvent proposé aux étudiants les plus doués et donc probablement consacrés aux mathématiques supérieures. Sur les 1034 cours de mathématiques proposés à l'université de Leipzig entre le semestre d'hiver 1774-1775 et le semestre d'hiver 1808-1809 qu'il nous a été possible d'identifier [28], on voit que pas moins de 448, soit 43,3 % du total, appartiennent aux mathématiques pures élémentaires. En d'autres termes, pas moins de sept cours chaque semestre sont consacrés uniquement aux bases de l'arithmétique, de la géométrie et de la trigonométrie. Si l'on parcourt maintenant le manuel le plus utilisé à cette époque, les *Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie* de A.G. Kästner, voilà le contenu probable de ces enseignements : en arithmétique il s'agit essentiellement de calcul numérique et littéral, avec fractions (y compris fractions sexagésimales pour l'astronomie), extraction de racines carrées et cubiques, suites arithmétiques, géométriques et introduction des logarithmes. Le programme de géométrie introduit les objets principaux (points, lignes, angles, triangles) et expose quelques postulats et théorèmes élémentaires sur les triangles, ainsi que sur la position relative de droites et plans, surfaces et corps. La trigonométrie est essentiellement consacrée à la résolution des triangles, dans la perspective d'une utilisation ultérieure en mathématiques appliquées (astronomie) ou pratique (arpentage).

Si l'on qualifie ordinairement de « mathématiques supérieures » les connaissances qui commencent avec l'utilisation du calcul différentiel et intégral, cette catégorie comprend également à la fin du XVIIIe siècle tout enseignement de l'algèbre, ou de la théorie des logarithmes, qui dépasse le stade de la simple introduction. Il faut donc attacher un sens tout à fait littéral au terme de *mathématiques pures élémentaires* et souligner l'importance de cette masse de cours dans l'université allemande à cette période. Plus de 40 % des enseignements relèvent de connaissances que l'on rattachera plus spontanément, dès le siècle suivant, à l'enseignement secondaire qu'à l'université. Cette analyse quantitative confirme l'impression qualitative, exprimée par Kästner en 1768, selon laquelle le niveau des enseignements de mathématiques académiques était souvent bien trop bas pour permettre une utilisation dans la vie civile, puisqu'ils n'incluaient souvent ni l'algèbre ni les logarithmes. Un constat similaire peut être fait concernant l'université de Wittenberg : sur les 337 cours de mathématiques que l'on peut classer dans l'une des quatre catégories (mathématiques pures élémentaires, supérieures, appliquées ou pratiques), 80, soit 24 %, sont consacrés aux mathématiques élémentaires. Sans anticiper sur cette spécificité de l'enseignement des mathématiques à

28. Ces 1034 cours de mathématiques ne comprennent ni les semestres pour lesquels on ne dispose pas de livrets, ni les cours pour lesquels les informations sont inexistantes ou trop floues pour permettre un classement certain (certains cours étaient à sujet libre, le professeur et le ou les élèves se mettant d'accord sur le contenu du cours au début de la séance).

Wittenberg, il est néanmoins nécessaire de préciser que la différence avec l'université de Leipzig provient non pas d'un niveau général supérieur, mais seulement de la plus grande importance accordée aux mathématiques appliquées et pratiques [29].

Avant de passer à une étude plus détaillée des mathématiques dans les deux universités saxonnes, on peut utiliser ce premier résultat concernant l'importance des mathématiques élémentaires en le plaçant dans un contexte historique : le XVIII^e^ siècle est fréquemment présenté en Allemagne comme une première période de réformes pour les universités sous l'influence de l'*Aufklärung*. La faculté de philosophie, et en particulier les sciences utiles dans la vie civile, l'industrie et le commerce, gagnent alors en importance. Des chaires de sciences camérales, où l'on enseigne les méthodes et techniques scientifiques d'administration de l'État et des finances et possessions publiques, sont créées : « tout d'abord introduites en Prusse dans les universités de Halle et Francfort-sur-l'Oder en 1727, les sciences camérales ou sciences d'État étaient fermement implantées en Allemagne dans le dernier tiers du siècle » [30]. La création de l'université de Göttingen en 1734 est vue comme une étape supplémentaire de ce processus. On assiste à une rationalisation et une mathématisation de la nature, puisqu'une composante importante du projet caméraliste est sa « relation étroite avec les mathématiques et les sciences de la nature » [31], selon D. Goetz, qui cite ensuite plusieurs ouvrages programmatiques du mouvement caméraliste, en montrant l'importance des mathématiques pures et appliquées. Si ce mouvement est indéniable, et qu'il touche également les universités saxonnes de Leipzig et Wittenberg, il faut en permanence garder à l'esprit que cette rationalisation et cette mathématisation se fait, à l'université, à un niveau tout à fait élémentaire, en utilisant des rudiments d'arithmétique, de géométrie et d'algèbre.

En effet, si les cours de mathématiques pures élémentaires ont un niveau souvent très bas, il en est de même pour une proportion importante des enseignements de mathématiques appliquées, où l'on doit aborder les lois de la nature. Une fois de plus, Kästner résume clairement la situation, en expliquant que « les mathématiques appliquées contiennent un ensemble encore plus vaste de concepts et de théories, auxquels nos étudiants ne consacrent cependant aussi qu'un semestre, lorsqu'ils ont vraiment beaucoup d'inclination pour les mathématiques et qu'ils ne croient pas connaître suffisamment, d'après une physique non-mathématique, le monde dans lequel Dieu a, selon un ancien verset, tout créé avec mesure, nombre et poids. » [32] L'ensemble des sciences mécaniques, astronomiques, optiques et architectoniques

29. Dans les deux universités on observe en effet une proportion similaire de cours de mathématiques pures supérieures : 179, soit 17,3 %, à Leipzig et 44, soit 13,2 % à Wittenberg.

30. Lowood, 1990, p. 316 (notre traduction). Sur l'histoire des sciences camérales, voir également Goetz, 1974 et Wakefield, 2009.

31. Goetz, 1974, p. 113 (notre traduction). Sur le mouvement de réformes des universités du nord de l'Allemagne au XVIII^e^ siècle, voir également Schubring, 1989b, p. 176, p. 198.

32. Kästner, 1768, p. 41 : « *Noch eine größere Mannichfaltigkeit von Begriffen und Lehren enthält die angewandte Mathematik, auf die unsere Studirende doch auch nur ein halbes Jahr wenden, wenn sie ja recht viel Neigung zur Mathematik besitzen und nicht glauben, die Welt, wo nach einem alten Verse, Gott alles nach*

sont bien souvent étudiées en un seul cours d'un semestre, à raison de deux ou quatre heures hebdomadaires. Cet enseignement se fait même souvent de manière purement théorique, car bien des universités sont dépourvues du matériel physico-mathématique avec lequel on réalise les expériences ; celle de Leipzig ne fait l'acquisition d'une collection d'instruments qu'en 1784.

1.1.2 Une conception camérale des mathématiques à l'université de Wittenberg

L'université de Wittenberg est fondée en 1502 par le prince-électeur de Saxe Frédéric III de Saxe, dit le Sage (1463-1525). Elle s'impose rapidement comme l'une des universités les plus modernes de son temps et joue un rôle de premier plan dans la propagation de la Réforme, puisque Martin Luther (1483-1546) et Philipp Melanchthon (1497-1560) y seront tous deux professeurs. Si l'attitude de M. Luther vis-à-vis des sciences, et en particulier envers la nouvelle astronomie, est parfois critique, P. Melanchton encourage fortement l'enseignement des mathématiques. Il tient de nombreux discours en ce sens, et préface une quinzaine d'ouvrages et de manuels de mathématiques, dont le *Theorica Novae Planetarum* et une *Arithmétique* de G. Peuerbach, les *Éléments* d'Euclide, plusieurs textes de Ptolémée et l'*Arithmetica integra* de Michael Stifel. C'est également en partie à P. Melanchton, qui considère que l'enseignement de la discipline est alors dans un piètre état, que la petite université de Wittenberg doit de posséder deux professeurs de mathématiques, ce qui est rare dans l'espace germanophone [33]. À partir de 1521 l'université compte un professeur de mathématiques supérieures ainsi qu'un professeur de mathématiques inférieures.

Parmi les professeurs de mathématiques ayant enseigné à l'université de Wittenberg avant la période qui nous concerne ici, le plus célèbre est sans doute Erasmus Reinhold (1511-1553), qui devient en 1536 professeur de mathématiques supérieures, l'année où Georg Joachim Rheticus (1514-1574) obtient la chaire de mathématiques inférieures. Ce dernier fait paraître un abrégé du système de Copernic en 1540, tandis que le premier publie les Tables Pruténiques, qui contribueront grandement à l'adoption du système héliocentrique. Les mathématiques semblent malgré tout avoir été assez peu étudiées et appréciées des étudiants à cette époque ; ainsi G.J. Rheticus, lisant un discours universitaire écrit par P. Melanchton, explique la difficulté des étudiants à réaliser multiplications et divisions [34]. Au

Maaß, Zahl und Gewicht gemacht hat, zulänglich aus einer unmathematischen Physik kennen zu lernen. »

33. Sur le rapport de P. Melanchton aux mathématiques, et sur l'origine des deux chaires de mathématiques à l'université de Wittenberg, voir Berhardt, 1865.

34. Berhardt, 1865, p. 36. L'auteur de l'article relativise cette célèbre anecdote, en expliquant que les calculs étaient alors menés non pas de manière formelle mais en toutes lettres, ce qui allonge considérablement les opérations les plus simples. On peut néanmoins en déduire que, pour l'immense majorité des étudiants, les mathématiques universitaires se résumaient aux quatre opérations élémentaires.

XVIII^e siècle, la situation ne semble pas s'être notablement améliorée puisque les cours sont toujours aussi peu fréquentés. L'institution souffre aussi d'un manque cruel de matériel, en particulier en astronomie, malgré la richesse de son histoire dans ce domaine : « L'université ne possédait pas d'observatoire, bien que l'astronomie y ait été pratiquée avec assiduité ; on ne sait pas comment on se débrouillait. » [35]

Dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, il y a en permanence trois mathématiciens actifs à l'université de Wittenberg, si l'on ajoute aux deux chaires disciplinaires l'ordinariat de physique. À partir de 1761, le professeur de physique est Johann Daniel Titius (1729-1796) [36]. Anciennement titulaire de la chaire de mathématiques inférieures, il établit notamment des résultats importants en astronomie ; il a cependant peu enseigné dans ce domaine en dehors de quelques cours de géographie mathématique à la fin des années 1770 [37]. La chaire de mathématiques inférieures reste alors vacante pendant trois ans avant que Johann Ernst Zeiher (1720-1784) ne soit nommé en 1764. Celui-ci possède un parcours quelque peu atypique, puisqu'après avoir suivi les enseignements de Kästner à l'université de Leipzig, il devient médecin en Saxe, puis professeur de mécanique à Saint-Pétersbourg [38]. Il est ainsi nommé professeur de mathématiques inférieures alors que ses recherches concernent principalement la construction d'instruments optiques et mécaniques. C'est lui qui, jusqu'à sa mort en 1784, assure la plupart des enseignements de mathématiques. En 1769, il succède à Georg Friedrich Bärmann (?-1769) à la chaire de mathématiques supérieures de l'université [39] ; il obtient par la même occasion une importante augmentation de salaire, car l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg cherche à le recruter pour lui confier la direction de la fabrication des machines. Il est alors fait mention des compétences pratiques de J.E. Zeiher qui entend « appliquer la mécanique et les mathématiques à l'ingénierie camérale, des montagnes et des manufactures » [40] en Saxe.

Jusqu'aux années 1780, étudier les nominations des professeurs de mathématiques est assez peu pertinent. En effet, une tradition de l'université de Wittenberg veut que le professeur de mathématiques inférieures hérite de la chaire de mathématiques supérieures à la mort du titulaire. Le gouvernement de Saxe maintient cette coutume, malgré les tentatives de l'université de réunir les deux ordinariats. Dès 1755, celle-ci tente d'attribuer à G.F. Bärmann les deux chaires inférieure et supérieure, ce que le prince-électeur de Saxe Auguste

35. Friedensburg, 1917, p. 608 (notre traduction).

36. Voir sa notice biographique p. 524.

37. D'après le programme de l'université de Wittenberg, il enseigne en 1775 la géographie physico-mathématique deux semestres d'affilée, puis en 1778 la géométrie et les mathématiques économiques. Voir UAH - 38^{b}, 1775-1778.

38. Voir sa notice biographique p. 527.

39. Voir la notice biographique de ce dernier p. 493.

40. Zeiher, cité dans Kathe, 2002, p. 399 : « *die Mechanik und Mathematik überhaupt bei Berg- Kameral- und Manufakturwesen anwenden* ».

III refuse[41]. À la mort de Bärmann en 1769, J.E. Zeiher tente à nouveau de réunir à son profit les deux chaires, soulignant qu'un seul professeur pourrait assurer la totalité des enseignements de mathématiques « sans le moindre inconvénient pour l'université »[42]. Il y a donc une volonté de la part du gouvernement de conserver ces deux ordinariats de mathématiques qui font la spécificité de l'université de Wittenberg. Ils lui permettent de couvrir le vaste champ des mathématiques, et en particulier des mathématiques appliquées et pratiques.

Considérons en effet les trois professeurs mathématiciens en 1773, date à partir de laquelle on dispose de programmes universitaires réguliers. La chaire de physique est occupée par J.D. Titius, qui travaille essentiellement en astronomie, et celle de mathématiques supérieures par J.E. Zeiher, spécialisé en mécanique et science des machines. La dernière chaire, celle de mathématiques inférieures, est occupée depuis 1769 par Johann Jakob Ebert (1737-1805). Né en Silésie, une province annexée par la Prusse en 1740, il a étudié à l'université de Leipzig avant d'y être à partir de 1760 *Privatdozent* ; il s'agit du premier grade universitaire, où l'enseignant est uniquement rémunéré par ses étudiants. Il voyage ensuite dans toute l'Europe en tant que précepteur avant d'être nommé professeur de mathématiques inférieures à Wittenberg. C'est donc bien un polymathe, exemple-type du *Gelehrter* allemand ; il continuera d'ailleurs à éditer des journaux littéraires et à s'occuper du séminaire de formation des enseignants. Bien que cela puisse sembler anecdotique, J.J. Ebert est de son vivant plus connu du public pour son *Almanach pour le divertissement instructif des jeunes filles* (*Jahrbuch zur belehrenden Unterhaltung für junge Damen*), avec 8 volumes publiés de 1795 à 1802, au point que sa biographie dans l'*Allgemeine Deutsche Biographie* le présente non pas comme mathématicien mais comme écrivain[43]. Quelques années après avoir été nommé professeur de mathématiques, il candidate d'ailleurs par deux fois (en 1775 et 1783) à la chaire de philosophie pratique de Wittenberg, car le salaire est plus élevé et la charge d'enseignement plus légère. Dans l'université allemande de la fin du XVIII^e^ siècle, les frontières entre la physique, les mathématiques et la philosophie sont floues : les chaires sont liées à certaines obligations d'enseignement mais laissent une grande latitude sur l'activité du professeur. Il ne va absolument pas de soi qu'un professeur de mathématiques soit nécessairement mathématicien, ou qu'il se livre à une activité de recherche dans ce domaine. Les nombreuses activités extra-mathématiques de J.J. Ebert lui assurent un revenu élevé, qui atteint en 1794 un total de 814 talers, soit le revenu réel le plus élevé de la faculté de philosophie[44].

41. Friedensburg, 1917, p. 611.
42. Zeiher, cité dans Kathe, 2002, p. 399 : « *ohne den geringsten Nachteil für die Universität* ».
43. ADB, vol. 5, 1877, p. 587.
44. Kathe, 2002, p. 400 concernant ses candidatures et p. 363 sur la question du salaire. Il faut tout de même noter que le revenu attaché à sa seule chaire de mathématiques (319 talers) est inférieur à celui perçu par certains autres professeurs de philosophie.

Bien que les mathématiques soient largement représentées à l'université de Wittenberg en termes de postes académiques, cela n'implique donc pas nécessairement une activité d'enseignement de haut niveau, ou la recherche de nouveaux résultats dans cette discipline. Celles-ci dépendent avant tout de l'implication des différents professeurs. L'utilisation des mathématiques dans la vie économique ou dans les autres sciences est souvent invoquée comme argument, sans que rien ne permette de conclure à une véritable implication des professeurs dans ces domaines, à l'exception probable de J.E. Zeiher. C'est dans ce contexte que la volonté de la faculté de philosophie de réunir les deux chaires de mathématiques, opération qui avait échoué en 1755 et en 1769, va enfin aboutir en 1784. Les tractations autour de la fusion des deux chaires de mathématiques permettent d'apporter un éclairage intéressant sur la position institutionnelle de la discipline, c'est-à dire la manière dont elle s'intègre au cursus universitaire, mais aussi le rôle que lui attribue le pouvoir politique.

La succession de J.E. Zeiher et la création d'une chaire de sciences camérales

Le destin de la chaire de mathématiques inférieures à la mort de J.E. Zeiher, qui occupe la chaire de mathématiques supérieures, est un témoignage très intéressant sur la situation institutionnelle des mathématiques en Saxe à la fin du XVIII^e^ siècle, et plus généralement sur le mode de nomination des professeurs universitaires en Allemagne. Le débat entre les trois parties impliquées, le prince-électeur Frédéric-Auguste I^er^, l'*Oberconsistorium*[45] de Dresde et le Sénat académique de la faculté de philosophie de l'université de Wittenberg, dure plus d'un an et demi. Cet épisode est extrêmement bien documenté et représente dans les archives de l'université de Halle-Wittenberg environ 150 pages manuscrites, datées du 7 janvier 1784 au 20 février 1786[46]. Fait rare, l'intitulé de cette chaire ordinaire sera finalement transformé et consacré aux sciences camérales, et le poste attribué à Christian Gottfried Friedrich Aßmann.

Suite à la mort de J.E. Zeiher, le prince-électeur de Saxe, dans une lettre du 29 janvier 1784 envoyée à la fois à l'*Oberconsistorium* et au Sénat académique, propose que la chaire soit supprimée et que le salaire soit distribué entre les professeurs de la faculté de philosophie[47]. Ceci représente un écart considérable par rapport au processus usuel de succession : l'établissement d'un manuscrit de dénomination (*Denominationsschrift*) est une prérogative de l'université. En temps normal, c'est elle qui communique au souverain une liste de trois candidats possibles, jugés compétents et classés par ordre ; le souverain peut théoriquement choisir parmi ces trois personnes mais prend habituellement la première[48].

45. L'*Oberconsistorium* est l'autorité administrative chargée de l'enseignement. Sa position exacte dans l'appareil administratif saxon est présentée en annexe, figure B.1, p. 424.

46. UAH - Nr. 1529c, *Acta die Professiones Philosophia auf der Universität zu Wittenberg betreffend* (vol. VIII), pp. 152-304.

47. UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, p. 153r.

48. On trouve d'ailleurs dans UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, p. 152r, une brève lettre du Sénat au prince-électeur, datée du 7 janvier, demandant si les professeurs doivent rédiger le *Denominationsschrift*, qui a

La question d'éliminer un ordinariat ne devrait pas se poser, puisque la raison d'être d'une chaire ordinaire est justement sa pérennité, par opposition à la chaire extraordinaire qui n'a pas vocation à survivre au professeur qui l'occupe. On est alors dans une situation inverse de 1755 et 1769, où la faculté demandait la suppression de la chaire face au gouvernement qui la refusait. Le 28 avril, la faculté de philosophie répond en donnant une liste de justifications pour l'existence de deux chaires de mathématiques. On y lit notamment que « l'importance des disciplines mathématiques semble nécessiter deux professeurs, d'autant plus que dans cette université les deux enseignants de ces disciplines se voient attribuer une matière particulière en propre. » [49] Cette remarque est à mettre en relation avec le fait, mentionné dans notre introduction, que les mathématiques élémentaires et supérieures sont alors considérées comme deux disciplines distinctes, avec des publics et des méthodes propres. Un second argument de la faculté est que la chaire de mathématiques inférieures, bien que peu prestigieuse, permet à un jeune mathématicien de trouver une source de revenus et d'assurer ainsi son début de carrière : on retrouve ici la longue tradition de faire de la chaire inférieure une étape vers l'obtention de la chaire supérieure. Afin de rendre sa proposition plus intéressante, le Sénat propose d'affecter J.J. Ebert aux mathématiques supérieures et de conserver la chaire de mathématiques inférieures, en lui adjoignant cependant les sciences économiques et camérales. Cette solution semble acceptée par Frédéric-Auguste I^{er}, qui en fait part à l'*Oberconsistorium* dans une lettre du 29 juillet 1784 [50] ; il est alors acquis que Ebert obtiendra la chaire de mathématiques supérieures, et qu'il assurera l'intérim de la chaire inférieure en attendant la nomination d'un nouveau professeur.

Le 3 novembre, un manuscrit de dénomination est établi et propose quatre candidats dans l'ordre suivant : Ernst Gottfried Christian Klügel (1737-1819), *Privatdozent* en droit à l'université de Wittenberg ; Christian August Langguth (1754-1814), professeur extraordinaire d'histoire naturelle et d'obstétrique ; Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827), un polymathe docteur en droit et philosophie, spécialisé dans la mécanique et l'histoire naturelle ; le dernier nom mentionné est celui de Christian Gottfried Aßmann (1752-1822), qui est enseignant secondaire à la *Nikolaischule* de Leipzig. Après avoir étudié le droit à Leipzig, il a suivi des cours à l'Académie des mines de Freiberg, ce qui explique que le manuscrit mentionne « qu'il consacre ses efforts à une branche des sciences économiques et camérales, à savoir la science des mines » [51] et qu'il possède des connaissances en mathématiques pratiques,

visiblement été ignorée par le souverain.

49. UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, pp. 156r-156v : « *Die Wichtigkeit der mathematischen Disciplinen zwey Docenten zu erfordern schien, besonders da auf hiesiger Universität den beyden Lehrern derselben im eigenes und besonderes Fach angewiesen sey.* »

50. UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, pp. 183r-187v.

51. Sur la définition de la *science des mines* (*Bergbaukunde*), ainsi que sur les difficultés de traduction du terme en français, voir Laboulais, 2012, pp. 14-15. UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, pp. 198r-198v : « *daß er in einem Zweige der ökonomischen und Cameral-Wissenschaften, nemhlich der Bergbaukunde, vorzüglich seinen Fleiß verwendet* ». Voir la notice biographique de C.G. Aßmann p. 492.

en l'occurrence l'architecture. Aßmann a lui-même envoyé une liste de ses publications à l'université et fait acte de candidature ; après avoir été proposé par le Sénat académique, il envoie une seconde lettre pour tenter d'emporter la décision finale. Il explique avoir étudié ces disciplines « à l'université de Leipzig et à l'Académie des mines de Freiberg », soulignant ainsi la dimension pratique de sa formation. Il mentionne ensuite son expérience de *Privatdozent* à Leipzig, où il dit avoir enseigné les sciences minières, et sa volonté d'être « utile à [s]a patrie et à la société humaine en général » [52]. Les autres candidats écrivent également au gouvernement : C.A. Langguth va jusqu'à exposer un futur plan d'enseignement ambitieux combinant un cursus de deux ans d'histoire naturelle et un cursus de trois ans de sciences camérales, en prenant modèle sur le programme de l'université de Halle [53].

Le profil des candidats et la volonté du gouvernement montrent que la chaire de mathématiques inférieures se transforme progressivement en chaire d'économie et de sciences camérales. Si ce glissement a été possible, et accepté par la faculté de philosophie, c'est que les mathématiques élémentaires sont finalement proches de ces disciplines visant la rationnalité économique et l'étude de l'État : les sciences des montagnes sont par exemple parfois considérées comme appartenant à la partie pratique des mathématiques. À la fin du XVIII^e siècle, les mathématiques ne sont donc pas seulement institutionnellement proches de la philosophie et des sciences physiques, mais également de l'économie et des sciences naturelles. On trouvera *infra* une autre illustration de cette proximité dans le premier journal scientifique co-édité par C.F. Hindenburg, le *Leipziger Magazin für Naturkunde, Mathematik und Ökonomie*, qui réunit les trois sujets à destination d'un même public. Après un an et demi de négociations, c'est finalement C.G. Aßmann qui est recruté au poste de professeur d'économie et de sciences camérales le 1^er septembre 1785 - les mathématiques élémentaires ayant complètement disparu de l'intitulé de la chaire. En filigrane, on peut donc voir au travers de cette nomination ce qu'on attend des « sciences réelles » (*Realien*) à la faculté de philosophie de Wittenberg : elles doivent avoir des utilisations dans la vie civile, comme en témoigne l'argument mentionné sur la lettre du prince-électeur. Il y annonce le recrutement de C.G. Aßmann « compte tenu de ses bonnes connaissances alléguées ainsi que des enseignements déjà tenus à Leipzig sur les *disciplines* mentionnées, ainsi que des services utiles que l'on peut dans le futur attendre de son *application* » [54].

---

52. Lettre de C.G. Aßmann au prince-électeur, UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, pp. 272r-272v : « *auf der Universität zu Leipzig und auf der Berg-Academie zu Freyberg* », « *meinem Vaterland und der menschlichen Gesellschaft hauptsächlich nützlich* ».

53. Kathe, 2002, p. 438. La lettre mentionnée par H. Kathe se trouve dans UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, pp. 224r-227v. Une seconde lettre écrite par C.A. Langguth exposant un plan d'enseignement se trouve pp. 273r-276v. S'il n'est pas retenu pour ce poste, il deviendra néanmoins en 1797 professeur de physique à Wittenberg.

54. UAH - Rep. 1. Nr. 1529c, p. 288r : « *in Betracht seiner angeführten guten Kenntnissen auch bereits über abbesorgte* Disciplinen *zu Leipzig gehaltenen Vorlesungen und künftig von ihm zu erwartenden* Application *auch nutzbaren Dienstleistung* ». C'est le prince-électeur qui souligne. Nous avons ici considérablement abrégé le processus de recrutement. Entre temps, le Sénat académique a réalisé un

Les espoirs que le gouvernement et la faculté de philosophie plaçaient en Aßmann ne semblent cependant pas s'être concrétisés, et ses cours à l'université n'ont pas eu un succès considérable. Il propose un enseignement assez peu structuré et une présentation anecdotique des différents sujets, plutôt qu'une formation solide et professionnelle en sciences camérales. Dans le domaine des mathématiques, qui ne représentent rapidement plus qu'une partie marginale de l'activité de cette chaire, il enseigne dès le semestre d'été 1786 un cours d'architecture civile et militaire. Il proposera cette discipline pratiquement sans discontinuer jusqu'à la fermeture de l'université, en lui adjoignant parfois la mécanique, comme au semestre d'été 1791, ou les mathématiques juridiques (*Mathesis forensis*), comme au semestre d'été 1792. À partir de 1797, les mathématiques juridiques deviennent un enseignement régulier, en lien avec le droit des métaux.

J.G. Steinhäuser et H.A. Rothe : mathématiques théoriques ou mathématiques pratiques ?

En 1805, la mort du professeur Ebert pose la question de la succession de la chaire de mathématiques. Le 25 avril 1805, le Sénat académique propose un manuscrit de dénomination contenant cinq noms [55]. Le premier est E.F.F. Chladni, déjà mentionné en 1784 : il est en effet commun de privilégier les candidats malheureux à une précédente nomination. Chladni n'est cependant pas un mathématicien et ne connaît possiblement même pas les mathématiques supérieures. Une fois de plus, on voit bien que les chaires académiques ne sont pas étroitement liées à l'enseignement qu'elles sont supposées assurer, et encore moins avec une quelconque activité de recherche. Cette tendance, assez commune dans l'université allemande au tournant du XIX^e siècle, est encore accentuée dans le domaine des mathématiques en raison de l'organisation de la faculté de philosophie. En effet, le manuscrit de dénomination est établi après la mort de Ebert, et n'est donc rédigé que par des membres de la faculté de philosophie qui ne sont pas censés connaître les mathématiques, à l'exception de Aßmann. Un tel mode de désignation dans une faculté aussi hétérogène aboutit à l'étonnant résultat suivant : la liste des nominés potentiels à la chaire de mathématiques supérieures est établie par les professeurs de poésie, d'éthique, de grec, d'hébreux, de dialectique, de physique et de sciences camérales [56].

Il semble une fois de plus que la faculté de philosophie cherche à privilégier les mathématiques en lien avec la vie civile, comme en témoigne le profil des quatre autres personnes nominées. On y retrouve Aßmann, qui est un caméraliste, suivi de Johann Gottfried Steinhäuser (1768-1825), un ancien ingénieur minier devenu juriste, de Johann Benjamin Markendorf

second manuscrit de dénomination, proche du premier, donnant l'occasion à tous les candidats d'écrire une nouvelle fois au gouvernement.

55. UAH - Rep. 1. Nr. 5012, pp. 155r-156v.

56. Voir la liste complète des chaires ordinaires de la faculté de philosophie de l'université de Wittenberg et leur évolution dans le temps dans Friedensburg, 1917, pp. 455-470.

(1766- ?), un spécialiste en construction et en mathématiques forestières, et de Christian Samuel Weiß (1780-1856), minéralogiste et futur professeur de physique à l'université de Leipzig. Ces trois dernières personnes, qui sont d'ailleurs toutes extérieures à l'université de Wittenberg, témoignent du fait que l'appellation de « mathématiques supérieures » ne conditionne nullement le profil du futur professeur à une recherche ou une spécialisation en mathématiques pures. Le 4 mai 1805, la faculté de philosophie reçoit même la candidature à ce poste, non retenue, de Johann Anton Wilhelm Geßner (1771- ?), écrivain et théologien à l'université de Leipzig, qui la justifie de la manière suivante :

> « J'ai toujours accordé également de l'attention à la mathématique [*mathesis*], qui est comme la sœur très liée de la philosophie, aussi bien en l'apprenant qu'en l'enseignant en *privatissime*, de sorte que j'espère que je serai à la hauteur de la charge de professer publiquement cette partie des lettres. » [57]

Pour Geßner, comme pour beaucoup de ses contemporains, les mathématiques se rattachent aussi bien à la philosophie qu'au domaine plus général des lettres (*litterrarum*). Il ne fait pas de différences entre les mathématiques comme ensemble de connaissances et les mathématiques comme méthode d'apprentissage en philosophie (*mathesis* dans les deux cas). Si le nombre de propositions est de cinq, au lieu des trois réglementaires, c'est que les deux premiers nominés (Chladni et Aßmann) ont déjà annoncé leur intention de ne pas accepter le poste ; ils ne sont mentionnés que par politesse, pour respecter les usages en cours à l'université. J.G. Steinhäuser, qui finira par obtenir le poste, est donc en première position sur le manuscrit, ce qui traditionnellement signifie qu'il est le choix de la faculté de philosophie. C'est à ce moment-là qu'une intervention a lieu pour tenter d'imposer à sa place Heinrich August Rothe (1773-1842). Cet ancien étudiant de Hindenburg et membre de l'école combinatoire, dont nous reparlerons plus loin (p. 50), était depuis 1796 professeur extraordinaire à l'université de Leipzig et depuis 1800 étudiant à l'Académie des mines de Freiberg [58]. En 1804, il accepte une proposition de l'université d'Erlangen, en Bavière, pour devenir professeur de mathématiques. La mort de Ebert est vue comme une opportunité de le faire revenir en Saxe, et le prince-électeur intervient : « Nous dénominons également pour cette chaire l'ancien professeur extraordinaire de philosophie de l'université de Leipzig et actuel professeur ordinaire de mathématiques à Erlangen, Mr. Heinrich August Rothe » [59]. La réponse de la faculté de philosophie illustre bien l'orientation de la discipline mathématique à l'université de Wittenberg, fort différente de celle de Leipzig :

---

57. UAH - Rep. 1. Nr. 5012, p. 163v : « *tamen mathesi quoque, philosophiae quasi sorori conjunctissimae, cum discendo, tum privatissime docendo, operam semper dedi, ita ut sperem, me et hanc litterarum partem publice profitendi muneri non inferiorem esse futurum.* »

58. Voir sa notice biographique p. 516.

59. UAH - Rep. 1. Nr. 5012, p. 168r : « *Wir zu dieser Professur auch noch dem vormaligen ausserordentlichen Professor der Philosophie zu Leipzig und jetzigen ordentlichen Professor der Mathematik zu Erlangen, H. Heinrich August Rothe denominieren* ».

> « Mais pour en venir à ce qui concerne Mr. le professeur Rothe à Erlangen qu'il faut encore dénominer : il nous est certes connu qu'il a témoigné dans sa soutenance de 1793, *Formulæ de Serierum reversione demonstratio universalis signis localibus combinatorio-analyticorum vicariis exhibita*, ainsi que dans le programme écrit lors de son entrée à la chaire extraordinaire de philosophie en ce même lieu [Leipzig], *Theorema binomiale ex simplicissimis analyseos finitorum fontibus universaliter demonstratum*, d'une connaissance peu commune de l'analyse supérieure, et qu'il a montré dans son *Manuel systématique d'arithmétique* une connaissance profonde de cette partie des mathématiques pures. Nous n'avons cependant pas pu déterminer s'il est également familier avec d'autres parties des mathématiques pratiques d'un plus grand intérêt général *, ni s'il a obtenu une approbation suffisante par son exposé oral lors de ses enseignements.
> [* qui sont bien plus recherchées des étudiants de l'université.] » [60]

On peut bien sûr voir dans cette réponse la volonté de la faculté de philosophie de défendre sa prérogative de dénomination, et donc son indépendance face au pouvoir central de l'État saxon, mais il nous semble surtout qu'elle témoigne d'une certaine vision de la discipline mathématique. La faculté de philosophie disqualifie Rothe alors qu'il est de loin le candidat le plus compétent en mathématiques pures, qu'il a publié des ouvrages reconnus sur une discipline alors en plein essor, l'analyse combinatoire, qu'il bénéficie du soutien explicite du prince-électeur et probablement aussi de l'appui de Hindenburg. L'argument sur le manque de certitude sur sa capacité d'enseignement ne peut être retenu comme valable, puisque J.G. Steinhäuser, qui obtiendra le poste, n'a pour sa part jamais enseigné. Il faut donc en conclure que ce qui est reproché à Rothe est son manque (supposé) de connaissances « des mathématiques pratiques d'un plus grand intérêt général » (*gemeinnützigere Theilen der praktischen Mathematik*). La note qui souligne l'intérêt des étudiants pour ces parties des mathématiques, ultérieurement ajoutée dans la marge du manuscrit, est révélatrice : les cours de mathématiques appliquées et pratiques sont les plus fréquentés de l'université de Wittenberg, et il faut donc privilégier le candidat le plus compétent dans ce domaine. Une lettre antérieure de l'université datée du 8 août 1805, co-signée par huit des membres de la faculté de philosophie, dont le professeur de physique C.A. Langguth, est déjà sceptique sur le choix de Rothe, tout en reconnaissant son talent indéniable pour les mathématiques supérieures : « nous ne savons cependant pas s'il est aussi expérimenté dans les mathématiques

60. UAH - Rep. 1. Nr. 5012, p. 171r : « *Was aber den von demselben noch zu denominirenden Herrn Professor Rothe in Erlangen anbelangt : so ist uns zwar bekannt, dass er in seiner 1793 gehaltene Disputation,* Formulæ de Serierum reversione demonstratio universalis signis localibus combinatorio-analyticorum vicariis exhibita*, und in seinem bei dem Antritt der ausserordentlichen Professur der Philosophie ebendaselbst 1796 geschriebenen Programm,* Theorema binomiale ex simplicissimis analyseos finitorum fontibus universaliter demonstratum*, eine nicht gemeine Kenntnis der höhern Analysis und in seinem systematischen* Lehrbuch der Arithmetik *eine gründliche Bekanntschaft mit diesen Theilen der reinen Mathematik an den Tag gelegt hat. Ob er aber mit andern gemeinnützigeren Theilen der praktischen Mathematik** [*die von Studirenden auf Universitäten weit mehr gesucht werden*] *eben so vertraut sey, und sich durch seinen mündlichen Vorträge in seinen Vorlesungen erwünschte Beyfall erworben hat, haben wir zu bringen nicht vermocht.* ».

pratiques [*praktischen Mathematik*], ni si sa manière d'enseigner est populaire et s'il recueille l'approbation pendant ses cours. »[61] C'est donc J.G. Steinhäuser qui est nommé professeur de mathématiques le 6 novembre, et qui le restera jusqu'à la perte de l'université au profit de la Prusse en 1815.

Les mathématiques appliquées et pratiques à l'université de Wittenberg

Nous avons jusqu'ici montré que les nominations des professeurs de mathématiques à l'université de Wittenberg obéissent à une logique qui vise à privilégier les disciplines mathématiques ayant une utilité, réelle ou supposée, dans la vie civile. Cette même dynamique explique la disparition en 1784 d'une chaire de mathématiques inférieures au profit d'une chaire de sciences camérales et d'économie. Il s'agit d'une politique scientifique menée sciemment par la faculté de philosophie, parfois même contre l'avis du prince-électeur qui ne possède pas la capacité finale de décision. L'université de Wittenberg tente ainsi de préserver sa spécificité - c'est-à-dire son orientation pratique - à la fois face à l'université de Leipzig et face aux universités d'Allemagne du Nord, au moment même où le nombre des inscriptions chute. Il faut donc maintenant étudier la nature des enseignements de mathématiques dans cette institution afin de voir si cette politique scientifique exerce une influence concrète sur l'enseignement de la discipline.

L'étude des programmes d'enseignement de l'université de Wittenberg, de 1773 à 1813, permet de conclure que les cours de mathématiques étaient en effet sensiblement plus orientés vers les mathématiques appliquées et pratiques[62]. Sur une période de 81 semestres on trouve un total de 382 cours de mathématiques dispensés, soit un peu moins de 5 cours de mathématiques par semestre, au sens le plus large du terme. Le nombre d'enseignements semestriels est d'ailleurs remarquablement stable sur les quarante années étudiées. La première conclusion est donc la suivante : en dépit de l'insistance de la faculté sur l'importance de l'enseignement par rapport aux autres activités, les professeurs de mathématiques enseignent assez peu par rapport aux autres universités allemandes, ou à l'Académie des mines de Freiberg. Pendant la décennie 1773-1782, on compte deux professeurs ordinaires de mathématiques et un professeur de physique qui assurent à eux trois moins de cinq cours de mathématiques par semestre. Si l'on se restreint aux cours publics et donc gratuits, le chiffre tombe à deux cours par semestre. Dans les universités saxonnes, chaque professeur ordinaire est légalement tenu d'assurer au moins un cours public gratuit de quatre heures hebdomadaires.

Sur les 382 cours de mathématiques tenus entre 1773 et 1813, 107, soit 28 % sont des cours publics et donc accessibles à tous les étudiants. Les autres enseignements se répartissent

61. UAH - Rep. 1. Nr. 5012, p. 167v : « *ob er aber in der praktischen Mathematik eben so erfahren, einer beliebten Vortrag und Beyfall in Vorlesungen habe, sey uns unbekannt.* »

62. À partir de 1813, la guerre interrompt les enseignements. Les programmes d'enseignement étaient imprimés et diffusés chaque semestre, et sont rassemblés dans UAH 38^{b}.

en trois groupes : *privatim*, *privatissime* et séminaires. Les séminaires, au nombre de 26, sont exclusivement assurés par J.J. Ebert et apparaissent à partir du semestre d'hiver 1792-1793 jusqu'au semestre d'hiver 1804-1805. Il s'agit de rudiments de calcul et de sciences naturelles, mais également d'autres disciplines, à l'usage des futurs enseignants primaires des écoles de Saxe, et ils seront donc exclus de nos calculs ultérieurs. Les enseignements privés (*privatim*) sont des enseignements payants mais ouverts à tous les étudiants, tandis que les enseignements particuliers (*privatissime*), au nombre de 85, sont des cours généralement adressés à un seul ou bien à une poignée d'étudiants, et dont le contenu est négocié avec eux. Les titres des enseignements étant bien moins précis que ceux de l'université de Leipzig, plusieurs cours ont été classés dans deux catégories [63]. Pour mémoire, les quatre catégories sont *mathématiques pures élémentaires*, selon la définition proposée en début de chapitre, *mathématiques pures supérieures*, *mathématiques appliquées* (étude des lois générales de la nature) et *mathématiques pratiques* (étude des méthodes mathématiques utilisées dans la vie civile, à but principalement technique ou économique).

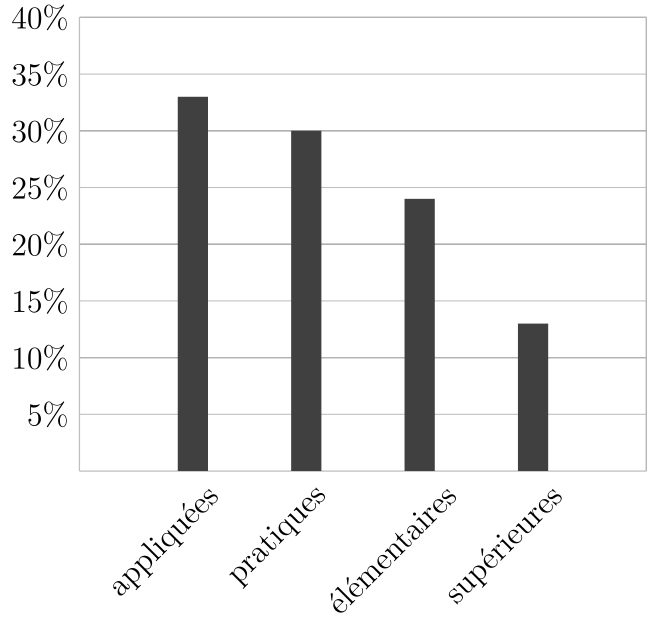


Figure 1 – Cours de mathématiques à l'université de Wittenberg (1773-1813) (données obtenues à partir de UAH 38[b]).

Le premier constat est l'importance des mathématiques appliquées et pratiques : ces deux catégories représentent près des deux tiers de l'ensemble des enseignements proposés

63. De plus, il n'y a que très peu d'indications sur les manuels utilisés, qui permettraient de déterminer de manière plus précise l'appartenance d'un cours à une catégorie ou à une autre. Cette difficulté à classer les cours ne change pas fondamentalement les rapports entre les quatre catégories, puisque les combinaisons se répartissent de manière relativement équitable. Les deux combinaisons les plus fréquentes sont mathématiques pures élémentaires et supérieures, ainsi que mathématiques appliquées et pratiques. Afin de rendre les résultats plus lisibles, le total des quatre catégories a été ramené à 100 de manière proportionnelle.

à l'université de Wittenberg (voir figure 1). À l'inverse, les cours de mathématiques pures supérieures ne représentent qu'à peine 13 % du total. Or selon la définition que nous avons adoptée, un cours qui intègre par exemple une étude conséquente de l'algèbre (c'est-à-dire non limitée au calcul littéral) est déjà classé dans la catégorie des mathématiques supérieures. Au-delà de l'importance des cours orientés vers la vie civile, il faut donc constater la faiblesse de l'étude des mathématiques en tant que discipline scientifique. Avec à peine une quarantaine de cours de mathématiques supérieures en quarante ans, dont une petite moitié d'algèbre, il est pratiquement impossible de suivre à l'université de Wittenberg un cursus de mathématiques théoriques. Si l'on prend l'exemple du calcul différentiel et intégral (*Analysin infinitorium*, *Analysin infinitarum quantitatum*, *Calculum differentialem et integralem* en latin, *Differential und Integralrechnung* ou *Analysis der unendlichen Grössen* en allemand), il n'est enseigné que 12 fois, soit une fois tous les trois ans en moyenne, en incluant les cours particuliers. Et il faut encore restreindre la portée de ces cours en considérant que les mathématiques supérieures n'occupent souvent qu'une partie du programme : on trouve ainsi des cours consacrés à « l'arithmétique universelle et l'analyse infinie », à « l'analyse infinie et à la géométrie supérieure », aux « disciplines mécaniques, analyse finie et infinie », voire aux « *Éléments* d'Euclide et à l'analyse infinie » [64].

Considérons d'un peu plus près les mathématiques appliquées, afin de voir ce qui était plus précisément enseigné sous ce vocable. Plus d'un quart de ces enseignements, c'est-à-dire une trentaine, sont simplement nommés « mathématiques appliquées » (*mathesis applicatam* en latin, *angewandte Mathematik* en allemand). Le raisonnement déjà appliqué aux mathématiques élémentaires peut s'appliquer à ces cours. Il s'agissait selon toute vraisemblance de cours d'introduction présentant l'ensemble des disciplines physiques, et il ne pourrait en être autrement si l'on considère la tâche considérable que représente l'enseignement d'autant de disciplines en aussi peu de temps. Kästner lui-même souligne ce fait dans l'introduction de son manuel de mathématiques appliquées, qui était de loin le manuel le plus utilisé dans les universités saxonnes :

> « On comprend, sous le bref intitulé de mathématiques appliquées, plus de douze sciences, dont chacune possède ses propres principes, et à chacune desquelles un homme qui veut s'exercer jusqu'à en obtenir une maîtrise complète peut occuper une partie considérable de son existence. Celui qui demande à les apprendre en un semestre, comme la seconde partie des mathématiques, [...] devra donc se contenter des connaissances les plus distinguées et les plus générales » [65].

64. Respectivement au semestre d'été 1777, semestre d'hiver 1788-1789, semestre d'été 1790, aux semestres d'été 1795 et d'hiver 1795-1796. Voir UAH 38[b].

65. Kästner, 1759a, introduction : « *Mehr als zwölf Wissenschaften, deren jede ihre eigenen Grundsätze hat, und jemanden, der sie, besonders bis zu einer vollständigen Ausübung treiben will, einen beträchtlichen Theil seines Leben beschäfftigen kann, werden unter dem kurzen Nahmen der angewandten Mathematik begriffen. Wer sie, als den zweyten Theil der Mathematik, in einem halben Jahre zu lernen verlangt* [...] *wird sich also mit den vornehmsten und allgemeinsten Kenntnissen begnügen müssen* ». Cette remarque est en

En dehors de ces cours proprement introductifs, les quatre matières principales, c'est-à-dire enseignées le plus fréquemment, sont la mécanique, la géographie, l'optique et l'astronomie. Elles sont proposées une vingtaine de fois chacune, soit en moyenne une fois tous les deux ans ; il n'y a cependant presque aucune régularité dans leur succession, de sorte que l'on ne peut pas parler de cursus planifié. Il existe d'autres raisons de s'interroger sur l'ambition et le caractère réellement « appliqué » de certains de ces enseignements. On sait par exemple que l'université ne possédait pas d'observatoire, ce qui cantonne essentiellement l'astronomie à une étude théorique, un autre indice étant que cette discipline est plusieurs fois enseignée dans le même cours que l'optique. De manière plus ponctuelle, on trouve également des cours d'hydrostatique, hydraulique, aérométrie ainsi qu'un unique cours de théorie mathématique de la musique.

Dans les mathématiques pratiques, la discipline qui est de loin la plus représentée est l'architecture civile et militaire. Elle est enseignée pratiquement chaque semestre, d'abord par J.E. Zeiher puis par C.G. Aßmann. Au-delà des discours tenus, notamment dans les processus de dénomination, sur l'utilité dans la vie civile des mathématiques, on peut néanmoins se demander si ces cours proposaient une formation concrète. Tout d'abord Zeiher et Aßmann sont tous deux autodidactes dans ce domaine, puisqu'ils ont des formations respectivement de médecin et de juriste, et n'ont jamais été architectes à proprement parler. Cet enseignement semble de plus suivre le format universitaire classique, c'est-à-dire un cours magistral et théorique dispensé deux ou quatre fois une heure dans la semaine, ce qui est peu adapté à la transmission de ce type de connaissances. Les mathématiques juridiques sont elles aussi régulièrement enseignées puisque l'on compte 27 cours sur la période 1773-1813. Les mathématiques juridiques sont en lien soit avec l'architecture, soit avec le droit des métaux et des salines, soit avec l'entretien des forêts [66]. Le droit des métaux et des salines contient, outre les questions classiques d'arpentage, des règles visant à déterminer les droits de propriété sous terre, qui s'apparentent à des exercices de géométrie dans l'espace. Les mathématiques juridiques traitent en outre les problèmes d'alligation, ainsi que les traditionnelles questions d'intérêts, d'héritages et d'assurances [67]. Les mathématiques pratiques incluent enfin quelques cours d'arpentage, de mathématiques bibliques (principalement de la chronologie) et d'astrognosie, c'est-à-dire d'étude des constellations et de la position des étoiles.

Les enseignements proposés à l'université de Wittenberg correspondent donc à la politique scientifique que la faculté de philosophie défend. S'il faut s'étonner de la faible quantité des enseignements proposés au vu du nombre des professeurs, ces cours se situent

1780 reprise au mot près par W.J.G. Karsten, dans l'introduction de ses *Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften*, vol. 2, Greifswald, Röse.

66. Sur les mathématiques forestières, voir notre partie 3.1.

67. Voir sur ce sujet le manuel de C.C. von Florencourt, qui est alors très utilisé dans les universités allemandes (Florencourt, 1781).

néanmoins dans la mouvance camérale alors en vogue en Allemagne. On peut légitimement douter de leur utilité concrète, mais le but de l'université n'est de toute façon pas tant de former des techniciens et des ingénieurs que des administrateurs [68]. Il n'en reste pas moins que ces connaissances forment le bagage scientifique d'un nombre important de fonctionnaires saxons ou étrangers. Une étude similaire réalisée à l'université de Leipzig va permettre de révéler des différences importantes dans la conception de la discipline mathématique entre les deux établissements.

1.1.3 Enseignants et enseignements en mathématiques à l'université de Leipzig

Les archives concernant l'université de Leipzig, tout comme la littérature secondaire, sont bien plus riches que celles concernant l'université de Wittenberg, de sorte qu'il est possible d'obtenir une image plus précise de l'organisation et de la place qu'y occupent les mathématiques. Au début des années 1760, on trouve à Leipzig deux ordinariats potentiellement impliqués dans l'enseignement et la recherche dans cette discipline : la chaire de mathématiques et celle de physique. L'université de Leipzig possède donc un professeur ordinaire de mathématiques de moins que sa voisine mais, à la différence de celle-ci, elle fait également fréquemment appel à des professeurs extraordinaires, au moins jusqu'en 1802. Ceux-ci sont cependant uniformément désignés comme « professeurs extraordinaires de philosophie » dès lors qu'ils appartiennent à la faculté de philosophie, même s'il s'agit de mathématiciens.

En 1769, la succession de Gottfried Heinsius (1709-1769) va amener un renouveau de la discipline en la personne de Georg Heinrich Borz (1714-1799). Il est l'un des rares mathématiciens saxons à n'être pas né dans l'État puisqu'il est d'origine prussienne. Il a étudié dans les universités de Halle et Leipzig, où il obtient en 1743 avec le titre de *Privatdozent* l'autorisation d'enseigner. Il se porte - en vain - candidat aux chaires de morale et politique (1762) et de métaphysique (1767), en soulignant « qu'il est impossible d'expliquer les parties des mathématiques de manière compréhensible et approfondie sans les principes de la logique, de la métaphysique et de l'histoire naturelle », sous-entendant par là qu'il peut indifféremment enseigner chacune de ces matières [69]. Lorsqu'il obtient finalement la chaire de mathématiques en 1769, Borz est le premier à introduire l'enseignement du calcul différentiel et intégral à l'université de Leipzig, qu'il enseigne d'après les *Éléments d'analyse*

68. L'historiographie actuelle propose une interprétation instrumentale des sciences camérales. Elles sont considérées moins comme un ensemble de connaissances scientifiques que comme un outil de distinction sociale et de contrôle administratif. Voir Goetz, 1974 et surtout Wakefield, 2009.

69. Kühn, 1988, p. 110, citant G.H. Borz : « *es unmöglich ist ohne die Grundsätze der Vernunftlehre, Metaphysik und Naturlehre die Theile der Mathematik verständlich und gründlich zu erklären* ». Voir sa notice biographique p. 494.

infinie (*Anfangsgründe der Analysis der Unendlichen*) de Kästner[70]. Bien qu'il ne s'agisse pas dans un premier temps de cours publics, mais uniquement de cours privés ou particuliers, l'enseignement devient régulier et même pratiquement annuel à partir du début des années 1780.

La chaire de physique est occupée à partir de 1772 par Christlieb Benedikt Funk (1736-1786), qui succède à Johann Heinrich Winckler (1703-1770). Funk a étudié au *Gymnasium* de Freiberg puis à l'université de Leipzig (1754-1762), avant d'enseigner à la *Nikolaischule* de Leipzig. Il publie en 1770 et 1771 deux manuels d'astrognosie et de géographie mathématique qui lui vaudront le poste de professeur de physique à l'université ; en 1773, il fait paraître un manuel de mathématiques élémentaires destiné à l'enseignement secondaire, *Anfangsgründe der Mathematik zum Gebrauch in Schulen*[71]. De 1774 à sa mort en 1786, il utilise ce manuel de mathématiques élémentaires comme support pour 15 cours, celui de géographie pour 13 cours, bien que les deux soient explicitement prévus pour un enseignement secondaire (*zum Gebrauch in Schulen*). Il ne fait qu'exceptionnellement appel à d'autres ouvrages plus complets comme ceux de Wenceslaus Johann Gustav Karsten (1732-1787). On voit ici un argument supplémentaire en faveur de l'idée d'un niveau élémentaire pour la plupart des enseignements universitaires. Dans la préface de son manuel de géographie, Funk explique s'être largement inspiré des manuels de Wolff et Kästner, tout en ayant enlevé plusieurs parties, « ainsi que les difficiles recherches dans lesquelles on considère la sphère [terrestre] comme un sphéroïde, et d'autres encore » ; il s'adresse « à ceux qui ne demandent à savoir que le strict nécessaire de la géographie mathématique, pour pouvoir ainsi avancer plus facilement dans la partie historique. »[72] Les mathématiques appliquées, tout comme les mathématiques pures, sont alors considérées à l'université comme une propédeutique pour accéder aux autres sciences, sans pour autant être étudiées pour elles-mêmes. On trouve donc dans le manuel de géographie mathématique de Funk la liste des constellations et le fonctionnement des sphères armillaires, mais la terre est réduite à une sphère parfaite et les calculs de latitudes et longitudes sont réduits à la manipulation de tableaux recensant quelques lieux célèbres dont les coordonnées sont déjà connues. Peu avant sa mort, il obtiendra en 1784 de l'université, qui en était jusque-là dépourvue, l'acquisition d'un vaste matériel d'expérimentation physique.

En 1786, c'est encore un mathématicien qui succède à C.F. Funk en tant que professeur ordinaire de physique. Carl Friedrich Hindenburg (1741-1808) est originaire de Dresde et a étudié à l'université de Leipzig de 1757 à 1771, date à laquelle il obtient sa maîtrise et

70. Kästner, 1761.

71. Voir sa notice biographique p. 499 ; les manuels mentionnés sont Funk, 1770 ; Funk, 1771 et Funk, 1773.

72. Funk, 1771, introduction : « *ferner die schweren Untersuchungen, nach welchen die Erde als ein Sphäroid betrachtet wird, u.a.m.* », « *derjenigen, welche nur überhaupt das Nothwendigste der mathematischen Geographie zu wissen verlangen, um dadurch in der historischen desto leichter fortkommen zu können.* »

devient *Privatdozent*[73]. Il donne assez peu de cours avant 1781, date à laquelle il obtient le titre de professeur extraordinaire de la faculté de philosophie. Hindenburg cherche ensuite à devenir professeur ordinaire en demandant successivement les chaires de poésie (1782 et 1784), de logique aristotélicienne (1782) et de grec et latin (1785). En tant que professeur extraordinaire, il enseigne essentiellement les mathématiques, en moyenne cinq cours par semestre entre 1781 et 1786, où il aborde l'ensemble des disciplines mathématiques.

Outre ces trois professeurs, plusieurs autres personnes enseignent dans les années 1780 les mathématiques à l'université de Leipzig, sans cependant posséder le titre de professeur. Johann Samuel Traugott Gehler (1751-1795) est né à Leipzig et s'est inscrit en 1766 à l'université pour étudier les mathématiques, les sciences naturelles et le droit [74]. Il obtient une maîtrise de philosophie puis, en 1776, le titre de docteur en droit. En tant que *Privatdozent*, il va alors enseigner pendant dix ans les mathématiques élémentaires, les mathématiques appliquées, ainsi que l'astronomie. À partir de 1783, il est également magistrat à Leipzig, ce qui le conduit à arrêter d'enseigner en 1786. Il continuera néanmoins ses activités scientifiques en éditant notamment un dictionnaire des sciences physiques, et en tant que membre de la société économique de Leipzig (*Leipziger Ökonomischen Sozietät*). Johann Christian Zwanziger (1732-1808) étudie à l'université de 1763 à 1768 tout en étant enseignant privé de mathématiques dans les écoles de Leipzig[75]. À partir de 1768, il obtient le titre de *Privatdozent* et le droit d'enseigner à l'université, ce qu'il fera jusqu'en 1808. Bien qu'il se soit souvent porté candidat, et qu'il ait été plusieurs fois dénominé par la faculté de philosophie, il ne parvient pas à obtenir un poste de professeur[76]. J.C. Zwanziger illustre parfaitement la proximité qui pouvait exister, à la fin du XVIIIe siècle, entre philosophie et mathématiques. Bien qu'il n'ait publié que des ouvrages de philosophie, en particulier des commentaires sur la philosophie kantienne, il enseigne très régulièrement les mathématiques et se tient au courant des évolutions de la discipline. Il propose régulièrement des cours de mathématiques supérieures, algèbre, géométrie supérieure, calcul différentiel et intégral. Il sera également le premier enseignant, après Hindenburg, à enseigner l'analyse combinatoire à l'université de Leipzig. Il n'hésite pas non plus à enseigner certaines parties de la logique ou bien de la philosophie de C. Wolff[77]. Cette proximité entre philosophie et mathématiques se retrouve chez Christian August Heinrich Clodius (1772-1836), professeur extraordinaire de philosophie à partir de 1800, qui propose par exemple en 1802 un cours particulier de

73. Voir sa notice biographique p. 503.
74. Voir sa notice biographique p. 499.
75. Voir sa notice biographique p. 528.
76. Il se porte candidat à la chaire de mathématiques en 1769, à celle de physique en 1772, à celle de logique en 1782, à nouveau en physique en 1786 et enfin une dernière fois en mathématiques en 1799 ; il est alors âgé de 76 ans. Voir Kühn, 1988, pp. 118-119.
77. UBL - Catalogus Lectionum, 1798, semestre d'été : « *combinatoriam Analysin iuxta Hindenburgii novum system permut. combi. et variat.* » ; 1801, semestre d'hiver, « *instituet comparationem philosophiae Wolfianae cum opinionibus recentiorum sectarum* ».

mathématiques pures[78]. Kaspar Eichler (1752-1830) est également *Privatdozent* et enseigne les mathématiques de 1787 à 1799, tandis que Carl Siegmund Ouvrier (1751-1819) propose des cours de mathématiques à l'université de 1789 à 1815. Tous deux abandonnent l'université faute d'un poste de professeur et deviendront enseignants dans des écoles de Leipzig[79]. Huit autres *Privatdozenten*, ayant parfois étudié d'autres disciplines comme le droit, la médecine ou la philosophie, enseignent ponctuellement les mathématiques à l'université de Leipzig entre 1775 et 1808, signe de la perméabilité qui existe entre les disciplines universitaires à la fin du XVIIIe siècle[80].

Si l'université de Leipzig ne possède qu'une chaire de mathématiques, contrairement à Wittenberg, elle ne possède pas non plus d'observatoire jusque dans les années 1780. Cette situation est jugée indigne d'une des plus grandes universités d'Allemagne et G.H. Borz, nommé recteur en 1781, tente d'en obtenir la construction. Il a alors « en vue son ancien élève Carl Friedrich Hindenburg comme futur observateur et comme professeur de mathématiques et physique »[81]. Le projet ne sera finalement pas lancé avant 1787 et achevé seulement en 1791. Il est probable que le matériel d'observation ait alors manqué puisque l'inauguration a finalement lieu en février 1795, et que les cours commencent ce même semestre. Le responsable de l'observatoire, qui possède également le titre de professeur extraordinaire, est Christian Friedrich Rüdiger (1760-1809), nommé à ce poste en décembre 1791[82]. L'absence d'un observatoire dans un premier temps, et l'indigence du matériel d'observation dans un second, vont amener Rüdiger à se tourner vers les mathématiques et l'astronomie théorique. Ses manuels sont reconnus dans l'Allemagne du début du XIXe siècle, et il possède une bonne connaissance de la tradition astronomique française. Dès 1797, il enseigne d'après le *Système du monde* de Pierre-Simon Laplace (1749-1827), à partir de la traduction allemande de Karl Friedrich Hauff (1766-1846), et dès 1807 d'après le *Traité élémentaire d'astronomie physique* de Jean-Baptiste Biot (1774-1862). La création d'un observatoire et la désignation d'un professeur extraordinaire associé à celui-ci a une seconde

78. UBL - Catalogus Lectionum, 1802, « *privatissime quat dieb. h. IX : elementa matheseos purae examinando repeter* ».

79. Voir leurs notices biographiques respectivement p. 497 et p. 514.

80. Christian Ernst Wünsch (1776-1784), devenu ensuite professeur de mathématiques et physique à l'université de Francfort-sur-l'Oder ; Ernst Karl Wieland (1777-1783), à partir de 1780 professeur extraordinaire de philosophie, nommé en 1809 professeur ordinaire d'histoire à Leipzig ; Georg Wilhelm Kirsch (1777), géographe devenu enseignant dans le secondaire ; C.G.F. Aßmann (1783-1785), à partir de 1785 professeur d'économie et sciences camérales à l'université de Wittenberg ; F.G. Born (1784), non identifié ; Hieronymus Christoph Wilhelm Eschenbach (1789-1790), qui s'engage ensuite dans la compagnie des Indes mais continue à entretenir une correspondance mathématique avec Hindenburg ; Friedrich Karl Hausmann (1791-1797), devenu juriste dans l'administration saxonne (voir sa notice biographique p. 501) ; G.S. Teucher, non identifié, probablement étudiant en droit. Pour chaque *Privatdozent*, les dates entre parenthèses correspondent aux premier et dernier cours de mathématiques à Leipzig. Nous avons établi cette liste à partir des programmes semestriels de l'université (UBL - Vorlesungsverzeichnisse), complétés autant que possible par des informations biographiques.

81. Ilgauds et Münzel, 1995, p. 5 (notre traduction).

82. Voir sa notice biographique p. 517.

conséquence positive : on assiste dans les années 1790 à une séparation institutionnelle entre l'astronomie et les mathématiques, ce qui va permettre aux professeurs de physique et de mathématiques de se concentrer sur les mathématiques.

Dès 1792, il existe donc à l'université de Leipzig trois professeurs qui, bien qu'occupant des chaires aux intitulés divers (mathématiques, physique et astronomie), sont tous les trois mathématiciens. Deux d'entre eux, Rüdiger et Hindenburg, participent de plus à la vie scientifique de leur époque et publient de nombreux ouvrages, ce qui comme on l'a vu ne va pas de soi pour un professeur d'université. Si l'on ajoute les différents *Privatdozenten*, six ou sept enseignants proposent chaque semestre des cours de mathématiques à l'université de Leipzig. L'enseignement de la discipline est donc bien plus développé à Leipzig qu'à Wittenberg, ce qui va servir l'ambition de C.F. Hindenburg de créer une école de mathématiques pures.

Les nominations de C.L. Sebas, H.A. Rothe et l'essor des mathématiques pures

Christian Ludwig Sebas (1754-1806) et Heinrich August Rothe (1773-1842) sont tous deux nommés professeurs extraordinaires en 1796 au terme d'un débat animé, révélateur de l'orientation des mathématiques à l'université de Leipzig et des différences avec sa voisine de Wittenberg. Ces deux nominations ayant été étudiées de manière détaillée par H. Kühn, nous nous contenterons de souligner certaines particularités des deux candidats. Sebas, né à Zittau en Saxe, a étudié dans les universités de Göttingen et Leipzig ; il est *Privatdozent* depuis 1793, la même année que Rothe, né à Dresde et lui aussi ancien étudiant de l'université [83]. En janvier 1796, tous deux adressent une demande à l'*Oberconsistorium* de Dresde pour obtenir un poste de professeur extraordinaire à l'université de Leipzig. Contrairement aux chaires ordinaires, il n'est alors pas nécessaire d'attendre la mort d'un professeur, et le nombre des chaires extraordinaires n'est théoriquement pas limité. Les demandes sont alors transmises pour examen à la faculté de philosophie. Le doyen de la faculté, soutenu par de nombreux professeurs, reconnaît les qualités des deux candidats tout en exprimant une préférence nette pour C.L. Sebas. Celui-ci possède le profil typique du professeur d'université du XVIIIe siècle : c'est un polymathe qui maîtrise de nombreuses langues vivantes, et qui de plus a traduit du français et de l'anglais plusieurs ouvrages d'économie ; il enseigne cependant presque exclusivement les mathématiques. Quelques professeurs, au contraire, lui reprochent de n'avoir « dans aucune matière des connaissances approfondies, pas même en mathématiques ». Hindenburg souligne que H.A. Rothe possède au contraire « un talent rare pour les mathématiques » ainsi « qu'une habileté peu commune », et qu'il doit être préféré à Sebas « puisqu'il s'est déjà montré si avantageux dans la matière à laquelle il s'est

83. Voir leurs notices biographiques respectivement p. 522 et p. 516. Le dossier de la nomination de C.L. Sebas se trouve à UAL - PA 884, et une étude du processus de nomination se trouve dans Kühn, 1988, annexe 11, pp. (35)-(44).

complètement dédié [*sich ganz gewidmet hat*] » [84]. Il exprime très clairement une volonté de spécialisation des mathématiques dans la critique qu'il fait de C.L. Sebas :

> « Je n'ai rien contre Mr. Sebas, il peut bien posséder de nombreuses connaissances et de multiples compétences linguistiques, mais aucune qui soit *précise* ou *profonde* ne m'est connue, ce qui est pourtant ce que l'on attend avant tout d'un candidat au professorat » [85].

Contrairement à l'université de Wittenberg, où l'on a par exemple vu que les multiples compétences de C.G.F. Aßmann sont en 1785 un net avantage, on voit donc de la part de Hindenburg une tentative de faire de la discipline mathématique une affaire de spécialistes. Cette tentative se heurte à l'avis de l'autre partie du corps professoral, qui estime au contraire que c'est la polymathie qui doit caractériser un professeur d'université. Tous se retrouvent cependant pour reconnaître à Rothe, au-delà de ses compétences disciplinaires, un atout-clé dans le domaine de l'enseignement : la clarté de son exposé et le succès qu'il a auprès des étudiants. Le compte rendu final de la faculté de philosophie au gouvernement est donc un compromis difficile où les deux candidats sont décrits de manière très positive et obtiennent tous deux un avis favorable. Notons au passage que, pour la désignation des professeurs extraordinaires, c'est le gouvernement qui a le dernier mot, sans doute parce que c'est lui qui assume financièrement cette charge supplémentaire. Le 6 avril 1796, le cabinet intime [86] du prince-électeur Frédéric-Auguste Ier reçoit le document et décide finalement de nommer les deux mathématiciens professeurs extraordinaires.

Jusqu'en 1799, date de la mort de G.H. Borz, il y aura donc deux professeurs ordinaires et trois professeurs extraordinaires pour enseigner les mathématiques à l'université de Leipzig, ce qui en fait de loin l'université allemande où la discipline est la mieux représentée, sans même compter les *Privatdozenten*. Le semestre d'été 1797 voit ainsi 10 enseignants assurer 27 cours de mathématiques, un record sur la période 1774-1850 [87]. Le nombre de cours de mathématiques restera supérieur à 20 par semestre jusqu'en 1807 (voir annexe K.1, p. 487), ce qui est quatre fois supérieur au nombre d'enseignements du même type à l'université de Wittenberg. Le nombre important d'ordinariats et d'extraordinariats a une autre conséquence positive sur l'enseignement universitaire des mathématiques. Comme chaque professeur est tenu de proposer chaque semestre un cours public, il existe une vaste offre de cours gratuits pour les étudiants dans tous les domaines des mathématiques. Au semestre d'hiver 1798-1799, il est par exemple possible de suivre de cette manière un cours sur

84. Cité dans Kühn, 1988, p. 37 (notre traduction).

85. Cité dans Kühn, 1988, p. 37 (notre traduction, c'est C.F. Hindenburg qui souligne).

86. Le cabinet intime (*Geheimes Kabinet*) est hiérarchiquement situé au-dessus de l'*Oberconsistorium*, et travaille directement avec le roi. Voir annexe B.1, p. 424.

87. L'université de Leipzig n'est pas la seule à faire systématiquement appel à des *Privatdozenten* pour assurer des cours de mathématiques. À Göttingen, dans les années 1780, ils sont deux fois plus nombreux à enseigner les mathématiques que les professeurs (Tütken, 2005, p. 248).

les disciplines optiques, une introduction à l'analyse combinatoire, un exposé de chronologie, un cours de trigonométrie plane ou bien de géographie mathématique [88]. Il est donc permis de penser que les mathématiques étaient très populaires à l'université de Leipzig, et que ces cours étaient assez largement fréquentés. Le fait que l'on trouve en plus de ces cours publics un nombre élevé de cours privés suggère un réel engouement pour la discipline.

Un autre indice, à la fois qualitatif et quantitatif, concerne les cours particuliers (*privatissime*). Ces derniers sont depuis le milieu du XVIII^e siècle peu répandus à l'université de Leipzig, puisque l'on n'en compte pas plus d'un par an jusqu'au début des années 1790. Entre 1796 à 1808, on en trouve par contre 42, c'est-à-dire au moins trois chaque année, après quoi ils disparaissent presque totalement des programmes universitaires (voir annexe K.3). Or ces cours particuliers sont généralement utilisés pour traiter, avec les élèves les plus doués, les sujets les plus complexes [89]. Il est par définition plus difficile de savoir ce qui est enseigné dans ces cours particuliers, qui ne comportent souvent pas d'intitulés, mais on en relève au moins 4 consacrés à l'analyse, 4 consacrés à l'analyse combinatoire, et près d'une dizaine qui mélangent analyse et mécanique. L'étude des programmes universitaires montre donc que pendant les dernières décennies du siècle, le nombre de cours de mathématiques augmente tandis que leur niveau moyen s'élève. Sur la période 1775-1808, on compte près de 1100 cours de mathématiques à l'université de Leipzig. Dans la grande majorité des cas (1036), le contenu peut être identifié, la différence correspondant principalement aux cours particuliers pour lesquels le sujet traité n'est pas toujours précisé [90]. Il est intéressant de s'interroger sur le contenu de ces cours et, en particulier, sur les types de mathématiques étudiés, afin de comparer avec l'université de Wittenberg.

Les résultats principaux sont présentés dans les figures 2 et 3. La figure 2 montre l'évolution des proportions de chaque type de mathématiques (pures élémentaires, pures supérieures, appliquées et pratiques) par période de cinq ans [91]. Le premier constat est que les mathématiques pures élémentaires représentent une part très importante, et même plus importante qu'à Wittenberg des enseignements, comprise selon les périodes entre 38 et 45 %. Second constat, les mathématiques pratiques sont bien moins présentes à l'université

88. Proposés respectivement par G.H. Borz, C.F. Hindenburg, H.A. Rothe, C.L. Sebas et Moritz von Prasse (1769-1814).

89. Cette analyse n'est valable que pour Leipzig, car les universités allemandes font un usage varié des cours particuliers. Ils sont par exemple très fréquents à Göttingen, où il sont essentiellement assurés par des *Privatozenten* qui enseignent les mathématiques pures élémentaires et les mathématiques pratiques (Tütken, 2005, p. 249 et pp. 690-691).

90. Voir le détail de ces cours pp. 451-486. Bien qu'il soit possible, on l'a vu, que certains cours n'aient pas eu lieu, le chiffre de 1100 cours tenus est probablement sous-estimé, car pour 6 semestres nous n'avons pu trouver les programmes universitaires.

91. La proportion est dans certains cas calculée sur un nombre plus faible de semestres, comme la période 1775-1779 pour laquelle seuls sept programmes universitaires sont disponibles. Étant donné le grand nombre de cours considérés, les résultats peuvent néanmoins être considérés comme fiables.

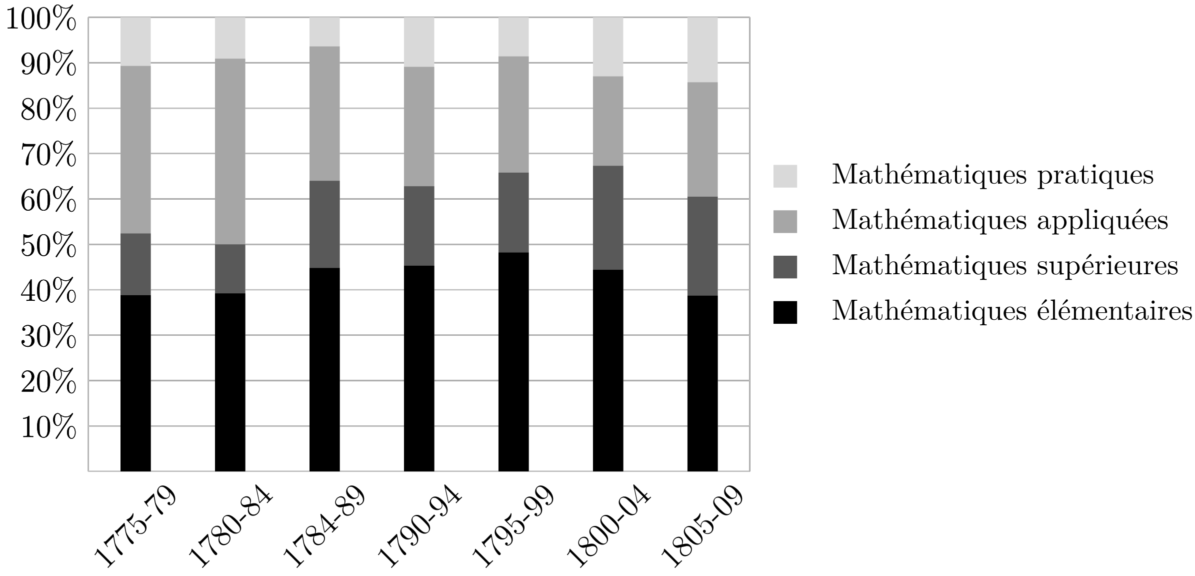


Figure 2 – Évolution en proportion des cours de mathématiques par catégorie à l'université de Leipzig (1775-1809, par période de dix semestres consécutifs, données obtenues à partir de UBL - Vorlesungsverzeichnisse).

de Leipzig, puisqu'elles ne constituent que 10 % du total, un chiffre relativement stable sur l'ensemble de la période considérée. Il faut cependant tempérer cette observation en considérant que l'université de Leipzig propose beaucoup plus de cours de mathématiques que sa voisine ; il y a tout de même 105 cours de mathématiques pratiques sur cette période, soit environ 3 par an. Il est néanmoins clair que l'interaction entre les sciences camérales et les mathématiques est moins importante qu'à Wittenberg [92]. Les cours de construction ou de perspective sont bien moins présents, sans doute puisqu'il il existe déjà à Leipzig, depuis la fin de la guerre de Sept Ans, une Académie d'arts visuels (*Akademie der Bildenden Künste*). Les cours de mathématiques pratiques concernent ainsi essentiellement le domaine marchand, et l'on trouve beaucoup de cours d'arithmétique pratique et financière (39 cours), d'arithmétique juridique (9 cours), d'arpentage (12 cours), de chronologie et gnomonique (17 cours) ; l'astrognosie est également très pratiquée (25 cours), à la fois parce que son enseignement est aisé, mondain et populaire, mais aussi car la simple connaissance des étoiles

92. C'est pour cette raison que nous n'avons pas retracé l'histoire de la chaire d'économie et de science camérale de l'université de Leipzig. Celle-ci est créée en 1763, à la fin de la guerre de Sept Ans, dans le cadre du *Rétablissement* impulsé par le gouvernement saxon. Le premier à l'occuper est Daniel Gottfried Schreber (1708-1777), qui semble s'être surtout intéressé à l'agriculture. À sa mort, c'est Nathanael Gottfried Leske (1752-1786) qui occupe le poste ; il lancera avec Hindenburg un journal scientifique mais quitte rapidement l'université car son salaire y est misérable. La chaire reste alors inoccupée jusqu'en 1792, date à laquelle Friedrich Gottlob Leonhardi (1757-1814) en hérite. Le seul cours de mathématiques qu'il propose concerne, en 1796, la construction civile. La chaire est ensuite rebaptisée en 1816 *Professur für Ökonomie und Technologie* et est occupée par Johann Friedrich Pohl (1768-1850). Il y enseigne surtout l'agronomie, l'agriculture, l'élevage, les sciences camérales, la technologie et l'économie politique, des disciplines qui ne sont pas rattachées aux mathématiques.

ne suppose pas de matériel d'observation aussi sophistiqué que pour l'astronomie.

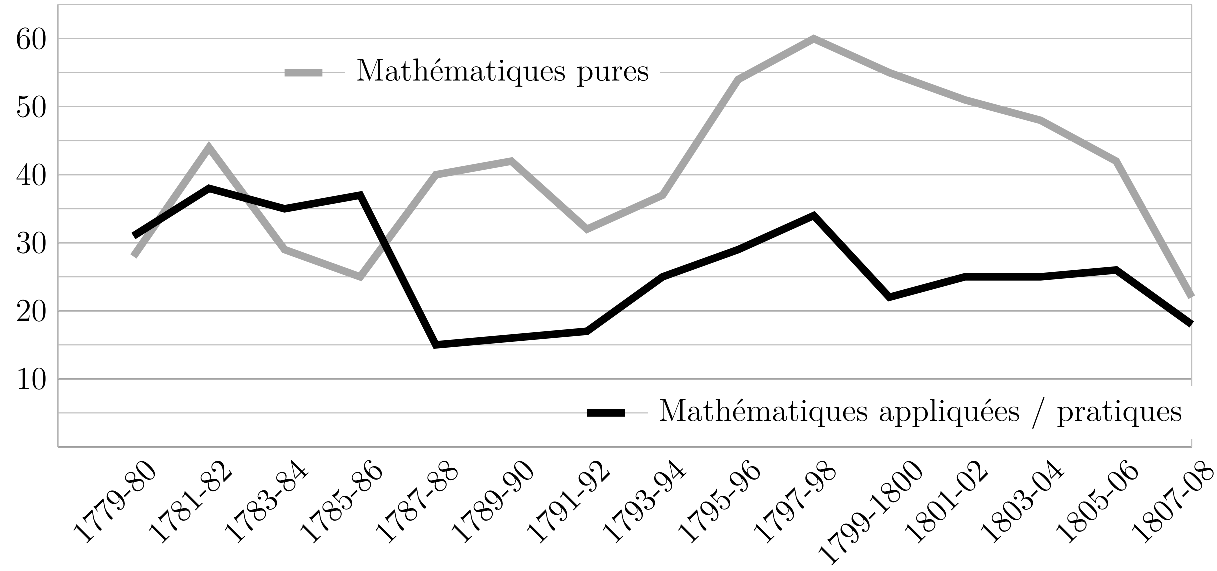


Figure 3 – Évolution du nombre de cours de mathématiques pures (élémentaires et supérieures) et appliquées/pratiques à l'université de Leipzig (1779-1808, en nombre de cours par période de deux ans, données obtenues à partir de UBL - Vorlesungsverzeichnisse).

Les mathématiques appliquées, qui englobent notamment mécanique, astronomie et optique, sont dans les premières années à peu près autant cultivées à Leipzig qu'à Wittenberg, puisqu'elles y représentent sur la décennie 1775-1784 plus de 38 % des enseignements. Contrairement à l'université de Wittenberg, où la proportion de chaque catégorie reste remarquablement stable sur plus de quatre décennies, la figure 2 montre qu'en 1800-1809 les mathématiques appliquées ne forment plus que 20 % du total des cours de mathématiques, soit 62 cours sur 304. Cette baisse ne s'explique pas - comme on pourrait s'y attendre - par une augmentation des mathématiques pratiques, mais par une augmentation de la proportion de mathématiques supérieures, qui passe de 12 à 20 % [93]. On peut donc faire le constat suivant, illustré par la figure 3 [94] : dès les années 1770, les mathématiques appliquées et pratiques sont moins présentes à Leipzig qu'à Wittenberg, bien qu'elles constituent tout de même une petite moitié des enseignements. Dans la seconde moitié des années 1780, on assiste à un essor des mathématiques pures supérieures, et dans une moindre mesure des mathématiques pures élémentaires, combiné à une diminution, en nombre absolu comme en proportion, des mathématiques appliquées. Pendant deux décennies, les mathématiques

93. En valeur absolue, on passe de 39 cours de mathématiques supérieures sur 333 pour la période 1775-1784, à 63 sur 304 pour la décennie 1800-1809.

94. Comme pour le diagramme précédent (figure 2), certains semestres n'étaient pas disponibles. Puisque ce diagramme représente des nombres bruts et non pas des proportions, il a fallu procéder pour les périodes incomplètes à un redressement proportionnel. Ainsi pour la période 1801-1802, où seuls trois des quatre semestres sont disponibles, le nombre de cours a été multiplié par $\frac{4}{3}$.

pures vont donc représenter près des deux tiers de l'enseignement des mathématiques à l'université de Leipzig, avant de revenir à une distribution plus équilibrée à la fin de la première décennie du XIXe siècle.

On pourrait penser que cette différence entre les deux universités est le résultat d'un choix du gouvernement saxon, qui aurait confié à Leipzig l'aspect théorique et à Wittenberg la partie utilitaire de la discipline pratique. Nous avons cependant vu que les universités sont encore largement indépendantes. Elles possèdent une politique de recrutement relativement autonome du gouvernement, ce qui vu leur organisation rend difficile l'existence d'une politique scientifique en mathématiques. Les candidats aux chaires ordinaires sont choisis en grande partie par des professeurs de la faculté de philosophie qui ont une vision particulière de la discipline. Sous leur plume, les mathématiques se présentent alternativement comme une matière utilitaire servant à former des fonctionnaires de l'État, ou bien comme une partie de la philosophie. Il reste indéniable que, bien qu'il n'y ait qu'une chaire ordinaire, les mathématiques sont particulièrement favorisées à l'université de Leipzig dans le dernier quart du XVIIIe siècle. Cette situation est due à plusieurs facteurs : d'une part les professeurs d'astronomie et de physique participent à l'enseignement des mathématiques. D'autre part les professeurs de sciences possèdent une influence importante dans la faculté de philosophie ; ils sont fréquemment doyens de la faculté ou recteurs de l'université, ce qui tranche avec les autres universités allemandes où les sciences mathématiques sont généralement peu considérées [95]. Cela permet par exemple à G.H. Borz d'obtenir la construction d'un observatoire, et à Hindenburg de faciliter le recrutement de plusieurs professeurs extraordinaires. Il semble aussi que la discipline mathématique ait été plus populaire puisque l'on voit plusieurs *Privatdozenten* venant d'autres disciplines. Ces facteurs sont cependant conjoncturels et ne doivent pas laisser penser que les mathématiques ont de tout temps occupé cette position à l'université de Leipzig. Si l'on remonte au milieu du XVIIIe siècle, leur position est bien moins favorable : Kästner indique ainsi en 1755 à l'administration qu'il n'arrive pas à attirer plus de 16 à 20 élèves pour ses cours de mathématiques pures élémentaires publics [96]. Après la période que nous venons d'étudier, l'attrait de la discipline décroît à nouveau ; à partir des années 1810, le nombre d'étudiants, de cours proposés, ainsi que le niveau d'enseignement chutent.

Il semble donc que la fin du XVIIIe siècle, et plus particulièrement les deux décennies 1788-1807, aient constitué un âge d'or des mathématiques universitaires à l'université de Leipzig. La discipline attire de nombreux étudiants et professeurs, et l'on y voit même un embryon de spécialisation encouragée par Hindenburg. En conséquence, le nombre de cours

95. Voir Jahnke, 1990, p. 173, où l'auteur souligne qu'« il faut retenir que, durant la période qui précède la réforme de l'enseignement de [W. von] Humboldt, les mathématiques avaient dans l'ensemble une position très faible dans les institutions savantes en Allemagne. » (notre traduction).

96. Kühn, 1988, p. 112.

augmente fortement tandis qu'une tendance se dessine en faveur des mathématiques pures, et en particulier des mathématiques pures supérieures. Ce phénomène est loin d'être anodin à une époque où les mathématiques supérieures sont peu représentées dans les universités allemandes. Lorsqu'il décrit ses études à Helmstedt et Göttingen dans les années 1790, le mathématicien Johann Christian Martin Bartels (1769-1836) écrit ainsi qu'« il n'y avait alors, comme peut-être dans toutes les universités allemandes, aucune opportunité de suivre un cours tant soit peu complet de hautes mathématiques » [97]. Décrivant plus spécifiquement l'université de Göttingen, il poursuit en expliquant que « le nombre d'étudiants qui s'orientaient vers les sciences mathématiques était très bas, à peine six, bien que le nombre d'étudiants ait pu s'élever à plus de mille » [98], alors qu'à la même époque il y a près d'une dizaine d'enseignants de mathématiques à l'université de Leipzig. Du point de vue de l'enseignement des mathématiques, Leipzig occupe donc une place singulière dans le paysage universitaire allemand à la fin du XVIII^e siècle. Pour expliquer cela, nous allons proposer l'hypothèse suivante : la spécificité des mathématiques à Leipzig vient de l'action de C.F. Hindenburg et de l'apparition de l'analyse combinatoire, première école de mathématiques pures en langue allemande. Il faut pour cela étudier en détail l'institutionnalisation de ce mouvement en Saxe, afin de montrer qu'il possède plusieurs significations importantes pour l'enseignement et la recherche universitaires, et qu'il va considérablement marquer les mathématiques à Leipzig.

97. Bartels, 1837, p. vi : « *Zu einem einigermaßen vollständigen Cursus über höhere Mathematik war hier damals, wie vielleicht überall auf deutschen Universitäten, keine Gelegenheit* ».

98. Bartels, 1837, p. vi : « *Auch waren der Studierenden, die sich vorzugsweise den mathematischen Wissenschaften widmeten, obwohl die Zahl der Studierenden sich auf tausend belaufen mogte, nur sehr wenig, kaum sechs* ».

1.2 Grandeur et décadence de l'école combinatoire à l'université de Leipzig

L'école d'analyse combinatoire est généralement considérée comme la première école de mathématiques pures en Allemagne. Si ce point fait consensus, le périmètre du groupe varie remarquablement selon les analyses. Même si l'on se restreint aux auteurs les plus récents ayant travaillé spécifiquement sur ce sujet, les positions sont très tranchées. En 1990, H.N. Jahnke estime que si l'on considère uniquement les auteurs antérieurs à 1808, on trouve 19 mathématiciens membres de cette école, le critère décisif étant pour lui la publication de travaux qui se rattachent à la tradition combinatoire [99]. Pour E. Noble au contraire, l'« équipe scientifique » qui forme l'école d'analyse combinatoire se compose uniquement de trois membres, Hindenburg et deux de ses disciples, Rothe et Heinrich August Töpfer (1758-1833) : ce nombre réduit découle de la définition plus stricte d'école qu'il adopte, celle d'un groupe de personnes qui « organisent leurs tâches en vue d'un objectif commun, organisation qui leur permet d'atteindre de nouveaux résultats » [100]. Dans le cadre d'une étude de l'essor puis de la disparition de l'école d'analyse combinatoire en Saxe, il nous semble plus pertinent de retenir comme membres tous les mathématiciens ayant écrit sur le sujet, qu'ils aient été publiés dans le journal d'Hindenburg, ou bien simplement en contact avec lui par lettre. Concernant la délimitation temporelle, les opinions sont moins divergentes, sans cependant qu'un consensus soit atteint. Pour H.N. Jahnke, la date de naissance du mouvement correspond à la publication, en 1779, du premier écrit programmatique de Hindenburg, et sa mort se confond avec celle de son créateur en 1808 ; cette année marque la fin de la période « où l'école combinatoire a été implantée en Allemagne sans concurrence », avant de n'être qu'une école parmi d'autres et d'abandonner ses prétentions normatives comme fondement de l'ensemble des mathématiques [101]. E. Noble donne une délimitation plus étroite puisque, selon lui, l'école « se forme en 1794 environ et se désintègre peu à peu à partir de 1800 » [102], soit à peine six ans d'existence.

L'objet que nous étudions ici est quelque peu différent : il s'agit de l'école combinatoire en Saxe, dans l'objectif de comprendre sa dimension institutionnelle et sa place dans le

99. Voir Jahnke, 1990, p. 173.

100. Noble, 2011, p. 239. Il existe selon lui néanmoins « d'autres mathématiciens [qui] s'intéresseront à l'analyse combinatoire et contribueront à son développement », en essayant de résoudre les problèmes proposés par Hindenburg. Il place dans cette seconde catégorie Christian Kramp (1760-1826), H.C.W. Eschenbach, Johann Friedrich Pfaff (1765-1825), E.G.C. Klügel, voire Karl Heribert Buzengeiger (1771-1835), Johann Karl Burckhardt (1773-1825) et M. von Prasse.

101. Jahnke, 1990, p. 171 (notre traduction).

102. Noble, 2011, p. 19. Voir également son résumé de la délimitation temporelle et programmatique de l'école, pp. 9-18.

milieu mathématique de l'époque. Nous avons donc retenu comme critère de début et de fin les premier et dernier cours consacrés à ce sujet à l'université de Leipzig, qui est la seule institution saxonne où la combinatoire a été enseignée. Le premier cours - public - sur ce sujet date de 1784, et le dernier de 1808. Il faut donc, en utilisant les témoignages disponibles, éclairer d'abord les origines du mouvement et le rôle actif de C.F. Hindenburg comme animateur d'un groupe de mathématiciens universitaires qui se livrent à une activité de recherche coordonnée de nouveaux résultats, configuration inédite dans l'université allemande de cette époque. Nous étudierons ensuite les quatre journaux qu'il édite entre 1781 et 1800 afin de situer plus largement l'essor de la combinatoire dans un milieu mathématique allemand peu orienté vers l'étude des mathématiques pures. Nous montrerons enfin que l'organisation institutionnelle de l'université, en Allemagne et plus spécifiquement en Saxe, était défavorable à l'implantation d'une école de mathématiques pures.

1.2.1 Naissance d'une politique scientifique en mathématiques pures à l'université de Leipzig

C.F. Hindenburg et les origines du mouvement

Le projet d'analyse combinatoire proposé par Carl Friedrich Hindenburg dans les deux dernières décennies du XVIIIe siècle possède une composante institutionnelle forte. Autrement dit, les objectifs scientifiques définis par Hindenburg sont pour lui inséparables d'une évolution considérable de l'organisation de la discipline mathématique, avant tout à l'université de Leipzig. Son activité scientifique est normative puisqu'il propose un programme de recherche en analyse, et que son activité éditoriale cherche à orienter les contributions qui lui sont adressées[103]. Nous allons montrer comment cette activité s'accompagne, dans le cadre plus restreint des mathématiques saxonnes, de celle d'un organisateur scientifique de premier plan. Son poste de professeur ordinaire de physique et le crédit scientifique dont il bénéficie vont lui donner une influence très étendue, qui lui permet de réorganiser temporairement, mais de manière profonde, la discipline mathématique à l'université de Leipzig. Ces changements ne sont cependant pas structurels et ne survivront pas à leur auteur. Le programme de l'analyse combinatoire s'appuie sur des idées déjà disponibles à la fin du XVIIIe siècle, que nous expliciterons succinctement plus bas. Commençons par remarquer que le point essentiel par lequel Hindenburg se distingue est sa radicalité, ainsi que l'influence qu'il a pu exercer en Allemagne par sa volonté de créer une nouvelle science mathématique. Outre un intérêt pour l'histoire des sciences, l'étude de la naissance de l'école combinatoire peut donc aussi être étudiée du point de vue de la sociologie des sciences, en notant que

103. Voir Eccarius, 1974, p. 44.

> « les idées nécessaires à la création d'une nouvelle discipline sont habituellement disponibles pendant une période relativement longue et dans plusieurs lieux géographiques. Quelques-uns seulement de ces débuts prometteurs aboutissent à un développement ultérieur [et] un tel développement a lieu où et quand des gens s'intéressent à la nouvelle idée non seulement pour son contenu intellectuel, mais aussi comme moyen potentiel d'instituer une nouvelle identité intellectuelle et tout particulièrement un nouveau rôle professionnel » [104].

L'analyse combinatoire se trouve ainsi au confluent de plusieurs traditions scientifiques. La première et la plus notable est le projet de *caractéristique universelle* engagé au XVII^e^ siècle par Leibniz dans sa *Dissertatio de arte combinatoria* publiée en 1666. Il y propose un calcul symbolique fonctionnant par la combinaison de signes, dont l'algèbre serait l'une des utilisations possibles mais qui pourrait s'étendre à l'ensemble des connaissances humaines [105]. Ce projet, maintes fois remanié et étendu sous forme de *lingua characteristica universalis*, ne sera jamais exposé sous une forme aboutie. Le projet de Hindenburg de fonder l'analyse et l'algèbre sur sa théorie des combinaisons a donc été influencé par la précédente tentative de Leibniz, au moins dans les grandes lignes et par le retentissement que celle-ci a eu non seulement en mathématiques, mais également en philosophie [106]. La deuxième influence, qui n'est pas revendiquée explicitement dans les travaux de l'école, mais reconstruite *a posteriori* dans l'historiographie du mouvement, est celle de l'analyse algébrique. Selon H.N. Jahnke, l'analyse algébrique constitue à la fois un domaine des mathématiques et une méthode, celle qui consiste à considérer la théorie des fonctions d'un point de vue strictement algébrique, qui prend son essor à la fin du XVIII^e^ siècle dans la lignée des travaux d'Euler et de J.-L. Lagrange [107]. L'objectif de l'école d'analyse combinatoire est effectivement de développer une symbolique suffisamment puissante pour résoudre les problèmes de la théorie des séries, et plus généralement de l'analyse et de l'algèbre, uniquement à l'aide d'opérations formelles simples et de leurs combinaisons.

Une troisième tradition dans laquelle s'inscrit l'école d'analyse combinatoire ne concerne pas uniquement les mathématiques, mais le rapport entre cette discipline et la philosophie. On trouve déjà chez Leibniz l'idée que la combinatoire englobe aussi bien les mathématiques (*mathesis universalis* ou *scientia rerum imaginabilium*) que la métaphysique (définie comme *scientia rerum intellectualium*) et la morale (définie comme *scientia affectuum*) [108]. On trouve également chez C. Wolff cette idée que la méthode scientifique doit être comprise comme une

104. Ben-David et Collins, 1991, p. 67.

105. Voir Jahnke, 1990, pp. 182-183 ; Schubring, 1989a, pp. 98-99 ; Noble, 2011, pp. 14-15.

106. Noble, 2011, discute les influences respectives d'Abraham de Moivre et de Leibniz sur Hindenburg et finit par conclure que si le premier a joué un rôle scientifique majeur, en particulier sur la place à accorder au théorème du multinôme, « la pensée de Leibniz arrive tardivement dans l'œuvre de Hindenburg et celui-ci n'en garde que ce qui s'adapte à ses propres idées. » (p. 175).

107. Voir Jahnke, 1990, pp. 161-232.

108. Voir Arndt, 1971, p. 116.

unité entre la méthode mathématique et la méthode philosophique. À la suite de ces deux philosophies, il existe à la fin du XVIII^e siècle de multiples tentatives chez des philosophes et des mathématiciens de trouver un véritable fondement à la connaissance humaine. P. Séguin voit l'analyse combinatoire comme la conséquence, dans le domaine des mathématiques, de la synthèse entre « l'optimisme combinatoire leibnizien » et le « formalisme fichtéen » exposé en 1794 par J.G. Fichte (1762-1814) dans son *Grundlage der gesammten Wissenschaftslehre*[109]. Si cette explication peut être jugée convaincante pour expliquer, dans un second temps, le succès de l'école d'analyse combinatoire dans l'aire germanophone, elle ne peut prétendre être à l'origine d'un projet entamé 15 ans avant la publication de J.G. Fichte. Il ne faut cependant pas sous-estimer l'importance de la philosophie dans le projet combinatoire pour au moins deux raisons : tout d'abord car le progrès de la science est vu à l'époque comme lié à une fructueuse collaboration entre philosophie et mathématiques, et qu'il y a tout lieu de croire que ce point de vue est également partagé par Hindenburg. Mais la philosophie est également importante car - de manière plus pragmatique - les mathématiques sont dans toutes les universités allemandes rattachées à cette faculté. Il n'est donc pas possible pour Hindenburg de prétendre fonder une nouvelle discipline, quelle qu'elle soit, sans clarifier ses rapports avec la philosophie. C'est pour toutes ces raisons que, « depuis le début, ses réflexions ont également une composante philosophique. Il ne s'agissait pas de la solution d'une série de problèmes concrets, mais plutôt d'une conception générale des mathématiques. »[110] Cette proximité entre philosophie et mathématiques permet en retour de comprendre l'intérêt ultérieur des philosophes - et en particulier du mouvement de la *Naturphilosophie* - pour l'analyse combinatoire, intérêt dont font par exemple preuve F.W.J. von Schelling (1775-1854), ou J.F. Fries (1773-1843) dans sa *Mathematische Naturphilosophie*[111].

Il a été montré que les idées nécessaires à la formation d'une science mathématique combinatoire, dont le but serait de fonder non seulement les mathématiques mais l'ensemble des sciences (comprenant la philosophie), sont disponibles depuis au moins le milieu du XVIII^e siècle[112]. Cependant la recherche mathématique est alors principalement l'activité d'individus isolés, tandis que le rôle de l'université est uniquement d'assurer une transmission des connaissances existantes. L'école d'analyse combinatoire va se distinguer sur deux points essentiels des tentatives précédentes dans ce domaine. Elle va tout d'abord réunir plusieurs individus qui travaillent de manière coordonnée, tout en faisant de l'université le lieu par excellence de la recherche allemande sur le sujet. Les travaux de l'école combinatoire sont

109. Séguin, 2005, pp. 74-75.

110. Jahnke, 1990, p. 183 (notre traduction).

111. Sur l'intérêt de F.W.J. von Schelling pour l'analyse combinatoire, voir Fabbianelli, 2008.

112. On trouve ainsi une preuve combinatoire du théorème du multinôme, l'un des enjeux principaux de l'école d'analyse combinatoire, chez Roger Joseph Boscovich (1711-1787), qui publie trois mémoires sur le sujet en 1747 et 1748. Une forme semblable sera indépendamment mise au point par Hindenburg en 1778, qui pense avoir découvert une nouvelle méthode. Voir Noble, 2011, pp. 108-136 et pp. 167-168, pour l'étude des diverses démonstrations du théorème du multinôme avant l'apparition de l'école combinatoire.

donc accompagnés, pour reprendre les termes de J. Ben-David, d'une nouvelle identité intellectuelle dans la définition du mathématicien universitaire, qui se voit attribuer un nouveau rôle professionnel. L'hypothèse qui sera développée ici est que l'école d'analyse combinatoire a présenté, à un moment donné, une opportunité pour certains mathématiciens de développer une carrière universitaire spécialisée, et non plus généraliste comme le voulait alors l'usage. Au niveau de la discipline et non plus des individus, l'école combinatoire représentait la possibilité, à une époque où les chaires de mathématiques étaient recherchées par des mathématiciens aussi bien que par des philosophes, d'affirmer la singularité de la discipline mathématique. C'est ainsi qu'il faut interpréter l'évolution institutionnelle et la politique éditoriale menées par Hindenburg au tournant du XIXe siècle.

L'analyse combinatoire et l'essor des mathématiques universitaires

La promotion active de l'analyse combinatoire, tout d'abord comme ensemble indépendant de connaissances, puis comme fondement de toutes les sciences mathématiques, commence à l'université de Leipzig bien avant le début des années 1790. C.F. Hindenburg s'intéresse à l'étude du théorème du multinôme dès 1778, alors qu'il est étudiant à Leipzig depuis 1757. Jusqu'en 1771, il étudie diverses disciplines universitaires, comme la médecine ou la littérature, devenant un polymathe au sens traditionnel du terme. C'est pour cette raison que ses premières études concernent la philologie, sujet sur lequel il publie deux ouvrages dans les années 1760. Durant cette décennie, il en vient progressivement à s'intéresser plus spécialement aux mathématiques, au point de soutenir sur ce sujet sa thèse en 1769, puis de l'enseigner en tant que *Privatdozent*. Après cette première publication, il faut attendre neuf ans pour que Hindenburg publie en 1778 deux nouveaux mémoires portant sur la théorie des séries [113]. Il y étudie le théorème du multinôme de manière combinatoire ; ces deux travaux sont réunis et retravaillés pour être publiés ensemble l'année suivante. En 1781, il obtient le titre de professeur extraordinaire, et peut alors commencer à promouvoir ce qu'il pense être une nouvelle partie des mathématiques. Son discours inaugural est intitulé *Novi systematis permutationum combinationum ac variationum primas lineas et logisticae serierum formulis analytico-combinatoriis per tabulas exhibendae conspectum*, dont une version considérablement augmentée paraît la même année [114]. Dès 1781, son but semble être de proposer une nouvelle discipline mathématique, de fonder les mathématiques sur une base combinatoire, plutôt qu'une véritable méthode combinatoire, contrairement à ce que le titre annonce [115]. Il multiplie les références à d'illustres mathématiciens, en particulier Leibniz et Jakob Bernoulli

113. Il participe néanmoins au projet initié par J.H. Lambert de construction de tables de diviseurs, travail qui l'amène à s'intéresser aux questions de combinaisons ; voir Bullynck Marteen, « Factor Tables 1657-1817, with Notes on the Birth of Number Theory », *Revue dhistoire des mathématiques*, 16(2), pp. 133-216.

114. Hindenburg, 1781.

115. Voir Noble, 2011, pp. 177-179.

(1654-1705), tout en essayant d'établir la supériorité de son système. Le terme de système - lui aussi emprunté à Leibniz - est particulièrement important ici, puisqu'il confère un aspect non seulement programmatique mais également philosophique à son entreprise.

Les premiers cours que proposent C.F. Hindenburg en tant que professeur extraordinaire sont dans la ligne de l'enseignement classique de l'époque et ne témoignent pas encore de son intérêt pour l'analyse combinatoire. Il assure des cours de mathématiques pures élementaires (géométrie d'après les *Éléments* d'Euclide, trigonométrie), des cours de mathématiques appliquées (en mécanique, optique et astronomie) et de mathématiques pratiques (arpentage, chronologie, calcul politique et juridique). Il enseigne assez peu les mathématiques pures supérieures, essentiellement par le biais de cours particuliers. Le premier cours consacré à l'analyse combinatoire date du semestre d'été 1784, et présente la discipline comme une partie de l'analyse de l'infini (*Analysis der Unendlichen*), partie qui est traditionnellement consacrée à une introduction au calcul différentiel. Intitulé « Analyse des grandeurs infinies : la théorie de l'art des permutations et combinaisons, avec son utilisation en analyse », il s'agit d'un cours ouvert au public pour lequel il utilise son *Novi systematis* de 1781 [116]. Jusqu'en 1789, on ne trouve ensuite dans les programmes universitaires aucune information sur l'enseignement de l'analyse combinatoire, bien que Hindenburg propose régulièrement des cours particuliers d'« Analyse finie et infinie ». Ce vocabulaire désigne à l'époque les mathématiques pures supérieures, c'est-à-dire l'algèbre (analyse finie) et le calcul différentiel et intégral (analyse infinie). Entre temps, il est nommé en 1786 professeur ordinaire de physique. Il existe néanmoins un indice permettant de penser que certains cours, au moins les cours particuliers dans lesquels le contenu est défini en concertation avec l'étudiant, abordent parfois l'analyse combinatoire. On sait que l'un des premiers élèves de Hindenburg, Hieronymus Christoph Wilhelm Eschenbach (1764-1797), a étudié à l'université de Leipzig de 1782 à 1789, date à laquelle il soutient son habilitation et devient *Privatdozent*. Ce travail est explicitement une reformulation sous forme combinatoire du théorème du multinôme d'Abraham de Moivre (1667-1754) d'où ce dernier tirait des applications au problème du retour des suites [117]. Si Eschenbach a pu suivre le cours de 1784, ce qui est probable puisque sa maîtrise soutenue en 1785 s'intéresse à un problème similaire, il semble naturel qu'il ait continué à travailler ce sujet avec Hindenburg. Eschenbach ne sera que brièvement *Privatdozent* à l'université de Leipzig avant de s'engager en 1791 dans la compagnie des Indes, puis de mourir en 1797.

---

116. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'été 1784 : « *Analysis der unendlichen Grössen : die Theorie der Versetzungs- und Verbindungskunst mit ihrer Anwendung in der Analysis* ». Le premier cours sur ce sujet ne date donc pas de 1790, comme on peut le lire dans Schwarzburger, 1959, p. 361.

117. Eschenbach, 1789. Voir sa notice biographique p. 497. La principale innovation de Eschenbach est de donner un mode de calcul non-récursif du coefficient général de la série inverse considérée. Voir Noble, 2011, pp. 112-116 et pp. 204-209, qui cite notamment Eschenbach : « il est aussi possible de donner, à l'aide de l'art analytico-combinatoire, le terme vraiment général de la série recherchée ; c'est-à-dire qu'on peut donner une formule par laquelle un terme quelconque, sans tenir compte de son ordre et de manière indépendante de tous les autres, puisse être directement déterminé par les propres coefficients donnés et par les exposants. »

Nous avons vu plus haut (voir figure 3, p. 54) que l'enseignement des mathématiques à Leipzig s'oriente à partir de 1787 vers les mathématiques pures, élémentaires et supérieures, au détriment des mathématiques appliquées. Nous pensons que cette évolution a joué en faveur du développement de l'analyse combinatoire, sans cependant parler d'une relation immédiate de cause à effet entre ces deux événements. L'augmentation forte du nombre de cours de mathématiques pures mise en évidence ne se traduit en effet pas nécessairement par une augmentation des cours de mathématiques supérieures ; si ces derniers sont effectivement plus nombreux, il faut apporter deux bémols. D'une part, ce n'est qu'à partir de la nomination au poste de professeur extraordinaire de Rothe en 1794 que l'on a un développement conjoint des mathématiques supérieures et de l'analyse combinatoire. D'autre part, affirmer que la hausse relative du niveau d'enseignement bénéficie à l'école combinatoire nécessite d'expliquer comment. Il faut pour cela observer en parallèle l'évolution des enseignements de mathématiques d'un côté, et l'arrivée de nouveaux professeurs et *Privatdozenten* à l'université de Leipzig de l'autre. Ces deux points de vue tendent à se rejoindre et confirment qu'il existe bien un lien entre le développement des mathématiques pures et celui de l'analyse combinatoire. H.A. Rothe et M. von Prasse, futurs représentants de l'école combinatoire à l'université de Leipzig, ont tous deux étudié les mathématiques au début des années 1790, au moment même où Hindenburg enseigne publiquement cette discipline six fois entre 1790 et 1796.

Les années 1785-1805 sont marquées par un double phénomène : d'une part le nombre d'enseignements de mathématiques croît de manière importante, et d'autre part une plus grande proportion de ces cours est consacrée aux mathématiques pures. Sur les trois quarts de siècle (1775-1850) pour lesquels nous avons étudié en détail les enseignements de l'université, ces deux décennies représentent à elles seules plus de 45 % du nombre total de cours de mathématiques, et concentrent plus de la moitié des cours de mathématiques pures élémentaires et supérieures [118]. La principale raison en est l'augmentation du nombre d'enseignants, quel que soit leur statut. Le nombre de professeurs ordinaires reste stable à deux - mathématiques et physique -, puisqu'il est fixé par les statuts de l'université de Leipzig. Le nombre des professeurs extraordinaires est nul en 1775, passe à un avec la nomination de Hindenburg en 1781, avant de revenir à zéro lorsqu'il est nommé professeur ordinaire en 1786. En 1792, Rüdiger est nommé professeur extraordinaire chargé de l'astronomie. En 1796, Rothe et Sebas deviennent professeurs extraordinaires et enseignent les mathématiques, tout comme M. von Prasse à partir 1798. Le nombre de professeurs est donc passé rapidement

118. UBL - Vorlesungsverzeichnisse et Catalogus Lectionum. Voir également, pp. 448-486, l'annexe K. La période 1785-1805 comprend ainsi 722 des 1519 cours identifiés sur la période 1775-1850 (les cours particuliers n'ont pas été pris en compte, mais renforceraient encore cette tendance). Si l'on ne considère que les mathématiques pures élémentaires et supérieures, les chiffres sont de 438 sur 874, soit plus de la moitié, alors que les deux décennies 1785-1805 ne représentent en durée qu'un peu plus du quart de la période étudiée.

de 2 à 6, et parmi ceux-ci trois au moins sont des membres actifs de l'école d'analyse combinatoire [119]. Il faudrait ajouter à ces chiffres les *Privatdozenten*, qui sont régulièrement au nombre de trois dans les années 1790, J.C. Zwanziger, C. Eichler et C.S. Ouvrier.

La figure 4 présente les cours d'analyse combinatoire enseignés à l'université de Leipzig, qui s'étalent sur la période 1784-1808. Sur les 31 cours considérés, 30 sont proposés entre 1790 et 1808. Si Hindenburg est sans surprise le principal enseignant, puisqu'il assure 17 cours dont 12 publics, il n'est pas le seul. Zwanziger enseignera la discipline 12 fois entre 1798 et 1808, et Rothe assure deux cours, avant de quitter l'université de Leipzig en 1800 pour rejoindre l'Académie des mines de Freiberg. Son départ correspond sur la figure 4 à une chute temporaire de l'enseignement des mathématiques supérieures et de l'analyse combinatoire, qui reprend cependant fortement entre 1803 et 1808. Il est important de remarquer que les cours d'analyse combinatoire sont très souvent publics, ce qui témoigne de la volonté de Hindenburg de recruter activement de nouveaux membres pour son école. Les cours publics sont normalement orientés vers l'enseignement des mathématiques appliquées (en particulier la mécanique) et élémentaires, afin de pallier au manque de connaissances des étudiants. L'enseignement du calcul différentiel et intégral est ainsi introduit à l'université de Leipzig par G.H. Borz en 1769, mais, sur tout le dernier quart du XVIII^e, il n'est jamais donné dans le cadre d'un cours public.

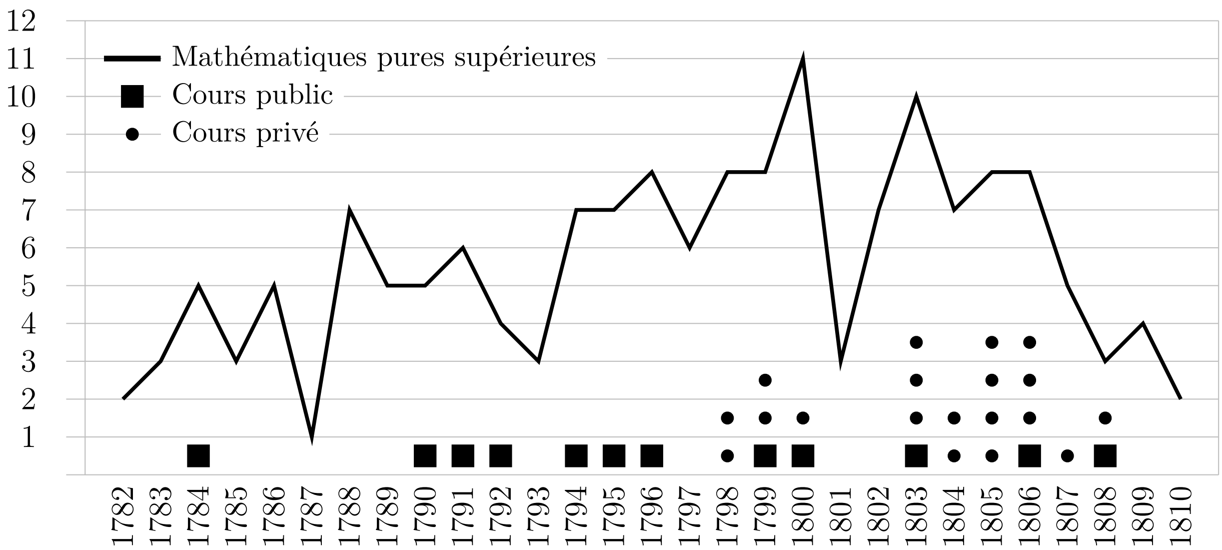


Figure 4 – Cours de mathématiques supérieures et d'analyse combinatoire à l'université de Leipzig, en nombre par année universitaire (1782-1810, données obtenues à partir de UBL - Vorlesungsverzeichnisse).

119. On remarquera que notre analyse institutionnelle place l'essor de l'école combinatoire au début des années 1790, ce qui est remarquablement proche de la date de 1794 proposée par E. Noble dans son étude du contenu proprement scientifique du mouvement. Il situe en revanche la fin de l'activité de l'école en 1800, ce qui correspond institutionnellement au départ de Rothe, mais pas à la fin de l'activité d'enseignement de l'analyse combinatoire à l'université de Leipzig.

Proposer très régulièrement des cours d'analyse combinatoire de manière publique est donc une innovation majeure, probablement sans équivalent dans les universités allemandes à la fin du XVIII^e^ siècle. Elle témoigne d'une volonté d'imposer ce sujet comme une discipline autonome : les cours de mathématiques ne doivent plus se contenter de fournir des connaissances générales et encyclopédiques, mais la discipline peut être étudiée pour elle-même de manière approfondie. C'est aussi un moyen pour C.F. Hindenburg de réaliser son projet, qui vise à fonder l'ensemble des mathématiques supérieures sur l'analyse combinatoire. En effet, les seuls cours publics d'un niveau élevé sont dans cette discipline, si bien qu'un étudiant apprenant l'analyse infinie à l'université de Leipzig le fera nécessairement par le biais de l'analyse combinatoire, alors même que cette université est l'une des plus fréquentées d'Allemagne. Ces enseignements représentent également, surtout dans la décennie 1798-1808, une part importante des cours privés. Le fait qu'il soit possible d'étudier l'analyse combinatoire pratiquement chaque semestre montre l'attention portée à son développement.

Dans le domaine de l'histoire de l'enseignement des mathématiques à l'université, une autre innovation est à rattacher à l'école combinatoire. C.F. Hindenburg utilise comme support de cours non pas un manuel ou l'un des classiques *Éléments* de mathématiques, mais ses propres ouvrages qui contiennent de nouveaux théorèmes et objectifs de recherche : le *Novi systematis* de 1781 et, à partir de 1799, la collection d'articles sur le théorème du multinôme qu'il a publiée en 1796 [120]. S'il peut sembler aujourd'hui naturel qu'un professeur enseigne le sujet de ses recherches à ses étudiants avancés et que ceux-ci travaillent ou publient sur ce même thème, cela est hautement inhabituel à l'époque. La première raison est le gouffre qui existe entre l'enseignement universitaire et les recherches de l'époque, en raison du niveau faible de la plus grande partie des cours. Le statut de la faculté de philosophie est également en cause : si les mathématiques ne représentent qu'une propédeutique pour les études « gagne-pain » des facultés supérieures, pourquoi enseigner des savoirs spécifiques et complexes au lieu d'introductions générales comme cela est habituellement le cas ? La seconde raison est que l'université n'est alors pas considérée comme un lieu où la science se fait et où de nouveaux résultats sont établis, ce qu'elle ne deviendra que dans le second quart du XIX^e^ siècle.

Le professeur d'université doit être un savant mais pas un « chercheur », et les deux activités sont non seulement dissociées, mais souvent considérées comme irréconciliables, comme nous l'indiquions en début de chapitre. Dans sa *Dialectique éristique*, écrite au début des années 1830, Arthur Schopenhauer (1788-1860), ancien étudiant des universités de Göttingen et Berlin, estime encore que « celui qui enseigne une chose la connaît rarement en profondeur ; car il ne reste à celui qui l'étudie en profondeur généralement plus de temps pour

120. Hindenburg, 1781 ; Hindenburg, 1796.

enseigner. »[121] On a donc une action volontaire, de la part de C.F. Hindenburg, pour favoriser l'enseignement de sa discipline, quitte à aller contre les usages de la faculté de philosophie. On prendra mieux conscience du caractère inhabituel de cet enseignement de haut niveau à l'université de Leipzig en considérant l'évolution de l'analyse combinatoire : après 1808, année marquée par la mort de Hindenburg et de Zwanziger, la discipline disparaît en Saxe, et l'on ne trouvera plus que deux cours de théorie des combinaisons proposés par M.W. Drobisch bien plus tard[122]. Il faudra attendre la fin des années 1820 pour voir enseigné à l'université de Leipzig le calcul différentiel et intégral dans des cours publics. Passons maintenant à l'étude d'un événement majeur dans l'histoire institutionnelle de l'analyse combinatoire à Leipzig : la désignation de Moritz von Prasse à la chaire de mathématiques en 1799.

M. von Prasse, nouveau professeur ordinaire de mathématiques

La mort en 1799 de G.H. Borz, professeur ordinaire de mathématiques, est un événement important. Professeur à l'université depuis les années 1760, plusieurs fois doyen de la faculté de philosophie, il occupait dans le milieu scientifique saxon une place importante. Il était notamment président de la Société Jablonovia et membre d'honneur de la Société économique de Leipzig. L'université de Leipzig est à cette époque l'une des plus fréquentées d'Allemagne, et les mathématiques y sont en plein essor. Bien que les candidats potentiels à sa succession soient nombreux, le poste va être attribué à un jeune mathématicien de 30 ans. Moritz von Prasse (1769-1814), né à Dresde et étudiant de Hindenburg, n'est en effet diplômé que depuis 1795 et a été nommé professeur extraordinaire en 1798[123]. Le manuscrit de dénomination est daté du 19 avril, et le Sénat académique y propose au gouvernement de Saxe trois candidats. Ceux-ci sont exclusivement des mathématiciens professeurs extraordinaires à l'université de Leipzig : il s'agit de Rüdiger, Rothe et von Prasse. C.F. Rüdiger étant professeur extraordinaire d'astronomie et responsable de l'observatoire depuis 1791, la tradition d'ancienneté veut qu'il soit proposé en premier. Le manuscrit est cependant peu enthousiaste à son sujet puisqu'il est seulement décrit comme « un mathématicien et astronome habile »[124]. H.A. Rothe est quant à lui professeur extraordinaire depuis 1796, et l'on souligne la qualité de « ses exposés, son talent naturel et son inclination heureusement confirmée pour les mathématiques, ainsi que ses connaissances profondes en

121. Schopenhauer, 1864, pp. 27-28 : « *wer eine Sache lehrt, sie selten gründlich weiß ; denn wer sie gründlich studirt, dem bleibt meistens keine Zeit zum Lehren übrig.* »

122. Ces cours s'intitulent « *Combinationslehre u*[nd] *deren Anwendung auf die allgemeine Arithmetik* » (cours public) et « *Combinationslehre* » (cours privé) ; ils sont proposés respectivement au semestre d'été 1831 et au semestre d'hiver 1837-1838 (voir UBL - Vorlesungsverzeichnisse, 1831, 1838). On ne possède malheureusement aucune indication sur les manuels ou supports utilisés pour ces deux cours. On peut aussi supposer que le cours proposé par H.W. Brandes au semestre d'hiver 1826-1827 sur « calcul différentiel et preuve du théorème polynomial » traite au moins partiellement de cette discipline.

123. Voir sa notice biographique p. 515.

124. UAL - PA 822, lettre du 19 avril 1799, p. 1 : « *ein geschikter Mathematiker und Astronom* ».

calcul supérieur et surtout dans l'analyse mathématique, en particulier combinatoire. » [125] Le dernier nom est celui de M. von Prasse, et le Sénat souligne l'accueil positif qu'ont reçu internationalement ses publications, notamment par les sociétés scientifiques de Berlin, Londres et Saint-Pétersbourg. Outre ces trois candidats, deux autres mathématiciens sont mentionnés : le premier est J.C. Zwanziger, *Privatdozent* à l'université depuis 1763, et pour lequel le Sénat académique demande une pension. C.L. Sebas, nommé professeur extraordinaire en 1796, est mentionné par tradition mais ne fait pas partie des candidats : il s'agit probablement de lui obtenir un avantage financier ou une gratification future.

Signe de la spécialisation croissante de la discipline mathématique, les trois personnes proposées par le Sénat sont des mathématiciens jeunes et impliqués dans des activités de publication et de recherche. Cette homogénéité tranche avec les listes parfois surprenantes établies, notamment à l'université de Wittenberg, pour pourvoir les chaires scientifiques. Remarquons tout de même que les cinq personnes mentionnées dans le manuscrit de dénomination enseignent toutes à Leipzig. Or à la fin du XVIIIe siècle, les universitaires circulent déjà dans l'ensemble de l'espace germanophone et même au-delà [126], chaque université cherchant à attirer les professeurs les plus renommés. En Saxe, au contraire, les manuscrits de dénomination mentionnent presque uniquement des anciens étudiants de l'université de Leipzig ou de Wittenberg. L'exemple de 1799, où les trois profils principaux proposés sont similaires - trois anciens étudiants de Hindenburg, à présent professeurs extraordinaires à l'université de Leipzig - montre que l'orientation de la politique scientifique n'appartient pas au gouvernement. Il n'existe pas pour l'université d'instance de vérification ou d'expertise en dehors d'elle-même, comme cela peut être le cas pour d'autres domaines (techniques notamment) ou dans d'autres États [127]. Le gouvernement doit donc se fier à ce choix et ne peut presque jamais proposer autre chose. C'est donc la faculté, selon la description qu'elle fait des candidats et l'ordre dans lequel elle les présente, qui joue véritablement un rôle décisif.

Moins d'un mois plus tard, ce qui est assez inhabituel pour ce type de procédures

125. UAL - PA 822, p. 2 : « *seine Vorträge, sein natürliches Talent und glücklich bestätige Neigung für Mathematik, und seine gründlichen Kenntnisse im höhern Calcül, überhaupt in der mathematische, insbesondere combinatorischen Analysis.* »

126. On pense par exemple aux nominations de professeurs allemands dans des universités ou académies russes, comme Euler (1707-1784) à Saint-Pétersbourg, Ernst Christoph Friedrich Knorre (1759-1810) à Dorpat, Johann Sigismund Gottfried Huth (1763-1818) à Charkow puis Dorpat, ou encore Johann Christian Martin Bartels (1769-1836) à Kasan puis Dorpat. Plus largement, un grand nombre de mathématiciens allemands ont réalisé des voyages scientifiques ou une partie de leurs études en Russie. Parmi les mathématiciens saxons, J.E. Zeiher enseigne à Saint-Pétersbourg avant d'être nommé professeur de mathématiques à Wittenberg, G.H. Borz lui-même a séjourné en Russie dans les années 1750, tout comme J.J. Ebert dans les années 1760.

127. En Prusse par exemple, A.L. Crelle et A. von Humboldt jouent dans les années 1820 un rôle important dans le développement institutionnel des mathématiques, qui passe par un soutien matériel des étudiants, l'établissement de rapports d'expertises ou de recommandations. Voir Biermann, 1959 ; Eccarius, 1974.

généralement longues, un courrier envoyé par le prince-électeur à la faculté de philosophie annonce la nomination de von Prasse, qui était pourtant en dernière position sur le manuscrit. La candidature de Rüdiger n'a pas été retenue en raison des nombreuses responsabilités qu'il occupe déjà au sein de la faculté : le nommer professeur de mathématiques nécessiterait de trouver un nouvel astronome. Bien que Rothe soit considéré comme un sérieux candidat, le roi attribue la chaire « au célèbre professeur extraordinaire de philosophie M. Moritz von Prasse », en raison de ses connaissances mathématiques reconnues en Saxe et à l'étranger, ainsi que pour « les exposés qu'il a tenus et les écrits qu'il a publiés » [128]. Il est indéniable que von Prasse possède une bonne réputation en tant que mathématicien, bien qu'elle soit récente. Sa nomination tranche cependant clairement avec les usages alors établis à Leipzig, qui tendent à privilégier systématiquement les candidats les plus âgés, d'autant plus que Rothe est également tout à fait compétent.

Le choix de von Prasse sert clairement le projet de C.F. Hindenburg qui cherche à ancrer institutionnellement sa discipline. Il est en effet remarquable qu'il ne soit pas lui-même mentionné sur le manuscrit de dénomination, alors qu'il est professeur de physique. Nous pensons que c'est lui qui a choisi le successeur de Borz : dans cette optique, le jeune M. von Prasse semble la personne idéale pour assurer le développement de la discipline. Il a déjà publié en 1796 un ouvrage sur l'analyse combinatoire, *Usus logarithmorum infinitinomii in theoria aequationum*, où il aborde plusieurs des problèmes soulevés par Hindenburg, et il consacre son discours inaugural prononcé en 1799 à ce même sujet [129]. L'autonomie accordée à l'université de Leipzig et sa tradition de ne recruter que des candidats locaux bénéficie ici à l'école d'analyse combinatoire, qui est dès 1799 représentée à la fois dans la chaire de physique et dans la chaire de mathématiques, et enseignée par un professeur extraordinaire, Rothe, et un *Privatdozent*, Zwanziger. Une conséquence négative involontaire de la nomination de M. von Prasse au poste de professeur ordinaire de mathématiques est cependant le départ de H.A. Rothe. Son ancienneté lui permettait d'espérer obtenir le poste, puisqu'il avait été nommé professeur extraordinaire en 1796, deux ans avant son concurrent. Il décide donc en 1800 de solliciter de la part du gouvernement l'autorisation d'aller étudier à l'Académie des mines de Freiberg, en conservant son statut et son traitement de l'université de Leipzig :

> « Il est connu de votre Ex[cellence] que je me suis consacré depuis dix ans aux mathématiques à l'université de Leipzig, où j'ai été habilité en 1793, et où vous m'avez gracieusement fait accorder une chaire extraordinaire de philosophie en 1796 [...]. Il me semble à présent qu'il serait utile, d'une part pour élargir mes perspectives, d'autre part pour accroître mon utilité [*Brauchbarkeit*] et mes connaissances, de me rendre quelque temps à Freiberg, pour y étudier

128. UAL - PA 822, lettre du 22 mai 1799, p. 1 : « *an gerühmten außerordentlichen Professor der Philosophie M. Moritz von Prasse* », « *gehaltene Vorlesungen und gelieferte Schriften* ».

129. Prasse, 1796 ; Prasse, 1799. Voir notamment Noble, 2011, pp. 279-280.

l'exploitation minière et en particulier la théorie des machines » [130].

Rothe va donc étudier à l'Académie des mines de Freiberg pendant deux années, avant de demander et d'obtenir une prolongation de deux ans de son traitement [131]. En 1804, il accepte un poste de professeur ordinaire à l'université d'Erlangen et quitte la Saxe. S'il continue à s'intéresser aux problèmes de nature combinatoire, publiant notamment en 1820 une théorie des intégrales combinatoires [132], il quitte définitivement le royaume de Saxe, malgré une tentative pour le faire revenir comme professeur à Wittenberg. Le choix de M. von Prasse témoigne d'une nouveauté dans le système de recrutement des professeurs à Leipzig. Jusque là, l'ancienneté jouait un rôle décisif pour l'obtention d'une chaire, et les exemples des recrutements de Hindenburg en 1781 ou de Sebas en 1796 ont montré que la spécialisation était souvent moins prisée que les connaissances encyclopédiques. Avec M. von Prasse, et Rothe avant lui, la faculté de philosophie privilégie des mathématiciens jeunes et spécialisés. En 1799, le choix du prince-électeur mentionne explicitement les compétences mathématiques de M. von Prasse et la reconnaissance des spécialistes mathématiciens de toute l'Allemagne comme l'argument principal. Les compétences d'enseignement, autrefois primordiales, passent dans ce cas précis au second plan. Le but n'est pas ici de déduire de ces deux exemples (Rothe en 1796 et von Prasse en 1799) que les deux acquis des réformes du XIXe siècle que sont la professionnalisation de la recherche dans les universités et la différentiation des mathématiques d'avec les sciences philosophiques, étaient déjà présents à l'université de Leipzig dans les années 1790. De fait, les premières décennies du XIXe siècle vont montrer que les pratiques anciennes sont encore parfois bien vivaces. Néanmoins, il faut reconnaître que l'entreprise de Hindenburg et son influence ont temporairement permis de faire prévaloir à l'université de Leipzig une vision nouvelle du rôle du professeur d'université.

130. UBL - Rep. I Kap. VIII Nr. 176, lettre du 13 mars 1800, p. 2r : « *Euw. ex. ist bekannt, dass ich seit Zehen Jahren auf der Universität Leipzig der Mathematik mich gewidmet, und im Jahre 1793 daselbst habilitirt habe, mir auch am Höchstdemselben im Jahren 1796 eine ausserordentliche Professur der Philosophie auf hiesige Universität gnädigst ertheilt worden* [...]. *Es mir nun nützlich zu seÿn scheint, wenn ich, theils zur Erweiterung meiner Aussichten, theils zur Vermehrung meiner Brauchbarkeit und Kenntnisse auf einige Zeit mich nach Freyberg begebe, um daselbst die Bergbaukunst, und vorzüglich die Maschinenlehre zu studieren* ».

131. Les lettres au prince-électeur de Saxe, datées respectivement du 12 octobre, du 30 novembre et du 10 décembre 1802, se trouvent dans UBL - Rep. I Kap. VIII Nr. 176.

132. Rothe, 1820. Il explique d'ailleurs avoir commencé à élaborer cette théorie dix-huit ans auparavant, ce qui ramène à 1802, et mentionne Hindenburg comme « *mein verehrungswürdiger, mir unvergesslicher Lehrer* » (p. iv). Sur la tentative de recruter Rothe à Wittenberg pour le garder en Saxe, voir ci-dessus p. 40.

1.2.2 Les journaux scientifiques, outils de transformation de la discipline mathématique

C.F. Hindenburg est aujourd'hui célèbre non seulement comme fondateur de l'école combinatoire, mais comme éditeur des premiers journaux mathématiques en langue allemande. Il a en effet activement participé, seul ou avec d'autres scientifiques, à l'édition de quatre périodiques entre 1781 et 1800 (voir figure 5). Leur ligne éditoriale tend au fil des années de plus en plus nettement vers une approche théorique de la discipline, qui atteint son apogée dans sa dernière publication, uniquement consacrée à l'analyse combinatoire. Ces journaux scientifiques, qui avaient reçu jusque là assez peu d'attention, ont été étudiés en détail ces dernières années, dans le cadre de plusieurs tentatives visant à établir la généalogie des journaux scientifiques européens [133]. Une des principales conclusions est qu'il s'agit bien là des premiers journaux consacrés aux mathématiques en Europe. Le titre de premier véritable périodique mathématique est attribué au second journal fondé par Hindenburg en 1786, le *Leipziger Magazin fur reine und angewandte Mathematik* (quatre numéros parus entre 1786 et 1789) [134], tandis que le premier, le *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie*, est simplement considéré comme l'une des nombreuses publications scientifiques de l'époque.

Nom du périodique	Date de parution
Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie (LMNMO)	1781-1785
Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik (LMRAM)	1786-1789
Archiv der reinen und angewandten Mathematik (ARAM)	1795-1800
Sammlung combinatorisch-analytischer Abhandlungen (SCAA)	1796-1800

Figure 5 – Périodiques édités par Carl Friedrich Hindenburg (1781-1800, sources LMNMO ; LMRAM ; ARAM et SCAA).

En l'absence de document univoque, il est difficile de répondre avec certitude à une seconde question, celle de la cause de l'arrêt de la publication. M. Bullynck estime qu'un journal mathématique était alors viable en Allemagne, en prenant justement à témoin l'entreprise de Hindenburg. Celle-ci aurait pour lui échoué principalement en raison de

133. Voir notamment Peiffer et Vittu, 2008 ; Girlich, 2009 ; Bullynck, 2010 et Noble, 2011, pp. 189-195. Une étude plus ancienne est Eccarius, 1974, pp. 40-49.

134. Peiffer et Vittu, 2008, p. 295 et Bullynck, 2010, sont de cet avis. Girlich, 2009 considère pour sa part qu'il faut attendre le second numéro du second journal pour que l'on ait réellement à faire à un périodique mathématique, car les articles du premier numéro « ressemblent plus à un magazine comme *The Ladies Diary* qu'à la science mathématique » (notre traduction, p. 7).

circonstances extérieures défavorables. Cette position est nuancée par H.J. Girlich qui reconnaît que la guerre a compliqué l'édition du journal, mais assure qu'il n'aurait pu se maintenir dans la durée, tandis que W. Eccarius blâme la « position doctrinaire » (*doktrinäre Einstellung*) de son éditeur [135]. Pour notre part, nous allons adopter un point de vue un peu différent et défendre l'idée selon laquelle un journal mathématique, au sens où Hindenburg l'entendait, n'était pas viable avant le XIXe siècle, c'est-à-dire avant que la réforme de l'université allemande et la professionnalisation de la recherche aient abouti. Nous allons dans un premier temps placer l'entreprise d'Hindenburg et de ses collègues dans la vaste tradition d'édition scientifique allemande, qui n'est ni spécifiquement universitaire, ni spécifiquement mathématique. Dans un second temps, nous étudierons l'évolution de la politique éditoriale dans les quatre journaux successifs. On y retrouve l'idée selon laquelle C.F. Hindenburg a utilisé cette entreprise éditoriale comme l'un des outils à sa disposition pour imposer sa vision de la discipline mathématique, en accordant une place croissante aux mathématiques pures, et en particulier à l'analyse combinatoire. Le décalage grandissant entre le lectorat des périodiques et leur contenu nous paraît enfin une explication plausible à sa disparition.

Les *Leipziger Magazin* (1781-1789)

Le premier journal lancé par C.F. Hindenburg est le *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie*. Comme son nom l'indique, il est consacré à l'histoire naturelle, aux mathématiques et à l'économie. Ce périodique possède trois éditeurs appartenant à l'université de Leipzig, puisque l'on trouve aux côtés de Hindenburg le professeur ordinaire de physique C.B. Funk et Nathanael Gottfried Leske (1751-1786). Ce dernier est un ancien étudiant de l'Académie des mines de Freiberg, nommé depuis 1775 professeur extraordinaire à l'université de Leipzig, où il enseigne l'histoire naturelle, les sciences camérales et l'économie. Dès 1779, Leske tente d'éditer des traductions d'articles des *Philosophical Transactions* de la Société royale de Londres, mais la publication est interrompue après le premier numéro [136]. En 1781, ces trois professeurs lancent donc le *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie* (LMNMO). La publication est censée être trimestrielle, mais dès la première année les éditeurs décident de plutôt publier un numéro par an (*Jahrgang*) contenant chaque fois quatre cahiers (*Stück*) correspondant à chaque trimestre [137].

La variété des contributions est signalée par le titre même du journal : on y trouve des articles de longueur variable, de vulgarisation comme de recherche, portant sur des sujets aussi divers que l'entretien médical des troupeaux de moutons, l'exploitation des mines ou la théorie des parallèles. Cette diversité n'est pas perçue comme un inconvénient ; elle est au

135. Bullynck, 2010, conclusion ; Girlich, 2009, p. 11 et Eccarius, 1974, p. 44.
136. Le titre de cette éphémère revue est *Abhandlungen zur Naturgeschichte, Physik und Oekonomie aus der Philosophischen Transaktionen.*
137. LMNMO, num. 1, 1781.

contraire revendiquée par les éditeurs, qui précisent que « la variété, la diversité et l'utilité publique des articles, traductions et recensions à publier, à la qualité intrinsèque desquels nous apporterons avec zèle la plus grande attention, sera encore et toujours notre première et dernière intention » [138]. Les mathématiques, les sciences naturelles et l'économie ne sont donc pas réunies par la nécessité économique d'attirer un large lectorat, qui créerait une revue bancale et vouée à l'échec éditorial. Il s'agit au contraire d'un choix délibéré, qui témoigne de la proximité qu'entretiennent les trois disciplines à cette époque. Le dénominateur commun est l'utilité publique (*Gemeinnützigkeit*), entendue aussi bien du point de vue économique que de celui de la diffusion des savoirs. C'est pour cela que les recensions, traductions et comptes rendus d'innovations occupent une grande place. Dans l'optique caméraliste alors bien implantée en Allemagne, il n'y a pas de sens à séparer l'économie des mathématiques ou des sciences naturelles. Nous retrouvons ici la dynamique qui amène en 1785 la transformation de la chaire de mathématiques inférieures de l'université de Wittenberg en chaire d'économie et de sciences camérales (voir *supra* p. 36).

Considérons la question de l'étude de la mortalité en lien avec l'élaboration de schémas d'assurances sur la vie. Cet exemple est particulièrement intéressant puisqu'il s'agit, et de loin, du sujet le mieux représenté dans les quatre numéros de ce premier journal, avec neuf articles de trois contributeurs différents, dont Hindenburg lui-même - la liste complète est donnée dans notre annexe C. Ce thème est à l'exacte intersection de l'histoire naturelle, des mathématiques et de l'économie : certains articles vont porter une plus grande attention à la première composante, comme dans l'article publié dans le premier numéro, « De la plus longue vie du genre féminin en comparaison avec le masculin » [139]. L'auteur, Philip Peter Guden, trésorier de la ville de Münden, étudie ici avant tout la durée de la vie, mais ne perd jamais de vue l'intérêt économique de la question et son application aux calculs de pensions pour les caisses de veuves (*Witwencassen*). Son second article, publié dans le numéro suivant du journal, est consacré à une question similaire mais plus orientée vers l'aspect économique, celle des rentes viagères. Il y témoigne d'une connaissance poussée des travaux mathématiques sur le sujet réalisés par L. Euler, Johann Heinrich Lambert (1728-1777), ainsi que par le mathématicien français Antoine Deparcieux (1703-1768). Tous les articles consacrés aux assurances appartiennent aux mathématiques pratiques, ces domaines où des savoirs mathématiques sont utilisés dans des cas concrets : établir des tables de mortalité, étudier si les sociétés de rentes viagères ou d'annuités ont un fonctionnement équitable et pérenne, ou encore calculer la contribution financière de chaque membre. La question des rentes viagères, à la fois mathématique et économique, est d'ailleurs le sujet de deux articles

138. LMNMO, num. 1, 1781, introduction : « *Die Mannichfaltigkeit, Reichhaltigkeit und Gemeinnützigkeit der zu liefernden Aufsätze, Übersetzungen und Recensionen, für deren innere Güte wir eifrigst besorgt seyn werden, wird immerfort unsere erste und lezte Absicht seyn* ».

139. LMNMO, num. 1, 1781, pp. 433-447.

proposés dans le quatrième numéro du journal par J.A. Kritter, sénateur et trésorier de l'État de Göttingen, pour lesquels C.F. Hindenburg propose deux séries de commentaires [140]. J.A. Kritter fait régulièrement appel aux tables de mortalité tirées des observations de Johann Peter Süßmilch (1707-1767) ainsi qu'au manuel d'arithmétique politique de Carl Chassot von Florencourt (1757-1790). Ce manuel était très fréquemment utilisé dans les universités de Leipzig et Wittenberg, et plus généralement en Allemagne, comme support pour les cours d'arithmétique politique et juridique [141].

Remarquons que les mathématiques pratiques, telles qu'elles sont pratiquées puis publiées dans le journal d'Hindenburg, correspondent à certains enseignements des mathématiques universitaires. L'étude des articles de ce premier journal montre que les mathématiques ont, même pour Hindenburg, un rôle à jouer dans la vie civile. Si ses commentaires visent à généraliser les formules proposées et à obtenir un niveau de généralité supérieur, il loue l'article de J.A. Kritter qui « porte sur un objet tellement important de l'arithmétique politique, l'établissement des nouvelles rentes viagères françaises, dont on a depuis plusieurs années tant et si souvent parlé dans les nouvelles publiques. » [142] La question de l'étude de la mortalité en lien avec l'établissement de caisses d'assurance sur la vie ou de rentes viagères fait donc indubitablement partie du champ des mathématiques de l'époque. Le *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie* contient de nombreux articles qui ne correspondent pas du tout à la définition actuelle des mathématiques, mais qui entrent à la fin du XVIII^e^ siècle dans le vaste champ des mathématiques pratiques. J.F. Lempe, futur professeur de mathématiques à l'Académie des mines de Freiberg, propose deux articles de géométrie souterraine, sur la détermination de la direction principale d'un filon, tandis que Franz Christoph Jetze, professeur à l'académie militaire (*Ritterakademie*) de Liegnitz en Prusse, écrit également deux articles sur la géométrie pratique (arpentage). Ces contributions sont bel et bien considérées, à la fois par les éditeurs du journal et par leurs auteurs, comme traitant de problèmes mathématiques, et en ce sens le premier journal de Hindenburg est au moins partiellement un journal de mathématiques.

Il existe à la fin du XVIII^e^ siècle plusieurs publications qui sont, tout comme ce premier journal de Hindenburg, en partie dédiées aux mathématiques, pour la simple raison que les frontières entre les disciplines sont perméables. Ainsi le *Magazin für Ingenieure und*

---

140. LMNMO, num. 4, 1785. Les deux articles de J.A. Kritter sont respectivement consacrés aux émissions de rentes de la France (pp. 1-26) et de l'Angleterre (pp. 332-361), et les remarques de Hindenburg figurent dans le premier cas pp. 26-39 et dans le second pp. 361-374.

141. Süßmilch, 1741 et Florencourt, 1781. Le manuel de C.C. von Florencourt est utilisé dès 1782 par Hindenburg qui lui dédie un cours complet (*Über Florencourt's politische und ökonomische Rechenkunst*, de nouveau au semestre d'hiver 1784-1785 dans un cours sur le calcul des probabilités « avec exemples tirés de la vie civile, des sciences et des arts », et cinq fois de plus par différents professeurs jusqu'en 1796.

142. LMNMO, num. 4, 1785, p. 26 : « *sie einen so wichtigen Gegenstand der politischen Arithmetik, die Errichtung der neuern französichen Leibrenten, betrifft, von denen seit mehrern Jahren in den öffentlichen Nachrichten so viel und oft ist gesprochen worden.* »

Artilleristen, publié par Andreas Böhm (1720-1790), professeur de mathématiques à l'université de Gießen, est considéré par Hindenburg lui-même comme l'exemple d'un journal consacré à une partie spécifique de la discipline, les mathématiques militaires [143]. On trouve en Bohème, de 1775 à 1784, un magazine intitulé *Mémoires d'une société privée de Bohème pour l'avancement des mathématiques, de l'histoire patriotique et de l'histoire naturelle*, édité par Ignaz von Born (1742-1791), qui comprend également des articles de géométrie souterraine [144]. En 1785, J.F. Lempe est devenu professeur à la *Bergakademie* et entame la publication d'un *Magazine pour l'exploitation des mines*, où il cherche à favoriser l'utilisation des mathématiques dans ce domaine particulier ; ce magazine est étudié en détail dans le chapitre consacré à l'Académie des mines de Freiberg (voir notre partie 2.2.2, pp. 174-179). En Hanovre, un membre de l'administration financière lance en 1785 un périodique consacré à l'arithmétique pratique, le *Versuch eines Magazins für die Arithmetik* [145]. En 1792, un marchand et mathématicien saxon, Carl Christian Illing (1747-1814), lancera même un mensuel dédié aux mathématiques marchandes, le *Arithmetisches Vade Mecum* [146]. Autrement dit, il est à l'époque usuel de proposer des journaux consacrés soit partiellement aux mathématiques, soit à une branche particulière des mathématiques ; le nom du magazine ou l'orientation annoncée nous semblent donc un critère assez peu instructif pour juger des transformations des magazines successifs d'Hindenburg. On obtiendra plus de renseignements en étudiant le profil des contributeurs et des souscripteurs. Une liste des souscripteurs du premier numéro du *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie* est disponible, et l'on voit que 134 personnes ont commandé 155 exemplaires [147]. On trouve parmi les souscripteurs des bibliothèques, des enseignants du secondaire, des pasteurs, des fonctionnaires, des ingénieurs des mines, beaucoup de savants amateurs et bien d'autres professions. Les professeurs d'université représentent une petite minorité, tout comme les mathématiciens. Il s'agit donc encore d'un journal spécialisé au sens du XVIIIe siècle, qui s'adresse au large auditoire des *Gelehrte* et non pas aux cercles plus étroits des scientifiques ou des professeurs d'université.

De ce point de vue, le second journal publié par Hindenburg, le *Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik* (LMRAM), dont trois numéros paraissent entre 1786

143. Ce journal paraîtra entre 1777 et 1795, comptant 11 volumes. Voir Bullynck, 2010, pp. 9-10.

144. Le titre original de la revue est *Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen, zur Aufnahme der Mathematik, der Vaterländischen Geschichte, und der Naturgeschichte*. Elle est imprimée à Prague par Gerlich et six numéros au total seront distribués.

145. Voir Petersen, 1785-1786. L'éditeur se nomme Georg Friedrich Petersen, et le premier volume du journal reproduit d'ailleurs, pp. 84-91, une partie d'un article de P.P. Guden consacré aux rentes viagères publié dans le second numéro du journal de Hindenburg, « Von Leibrenten und Wahl tauglicher Todtenlisten zu ihrer Berechnung » (LMNMO, num. 2, pp. 24-55).

146. Voir sa notice biographique p. 505. Seuls douze numéros paraîtront, regroupés dans un volume paru l'année suivante (Illing, 1793).

147. La liste des souscripteurs se trouve au début du premier volume (LMNMO, num. 1). Une liste complémentaire, que nous n'avons pas utilisée, se trouve au début du second volume.

et 1788, ne se distingue pas radicalement de son prédécesseur. Le changement de nom s'accompagne d'une évolution de l'équipe éditoriale, puisque Johann III Bernoulli (1744-1807) rejoint C.F. Hindenburg, tandis que N.G. Leske poursuit la publication d'un *Leipziger Magazin zur Naturkunde und Oekonomie*. J. Bernoulli va jouer un rôle actif dans l'édition du journal en amenant une importante quantité d'articles posthumes de J.H. Lambert : les deux éditeurs entendent « communiquer petit à petit plusieurs mémoires et essais utiles [*brauchbare*] déjà commencés, couchés sur le papier par Lambert en partie pour continuer ses *Contributions à l'usage des mathématiques et à leur utilisation*, en partie dans d'autres buts » [148]. Les *Contributions à l'usage des mathématiques et à leur utilisation* (*Beiträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung*) sont une collection non régulière de publications de J.H. Lambert, dont le premier tome paraît en 1765 et le troisième en 1772. Il est le seul auteur des articles, si bien que l'on ne peut pas considérer qu'il s'agisse d'un véritable périodique mathématique au sens classique du terme. Mais ces *Beiträge* s'inscrivent dans la nébuleuse des publications spécialisées qui se multiplient à la fin du XVIII^e^ siècle. Le but, comme dans les journaux que nous avons mentionnés plus haut, est « surtout de rendre celles-ci [les mathématiques] utilisables [*anwendbar*] aussi bien dans la vie civile que dans l'histoire naturelle ou pour des expériences. » [149]

En termes de contenu, nous observons une continuité entre les deux premiers journaux de Hindenburg. Les mathématiques appliquées et pratiques représentent encore près de 60 % des articles publiés dans le LMRAM, avec plusieurs contributions à la théorie du jaugeage (*Visirkunst*) ou encore sept articles sur la question de la mortalité et des assurances, écrits notamment par C. Kramp, alors médecin, et Johann Philipp Gruson (1768-1857), alors conseiller militaire à Magdeburg [150]. On trouve toujours dans ce second journal d'Hindenburg des articles qui, d'un point de vue postérieur comme celui du XIX^e^ siècle, n'auraient rien à faire dans un journal de mathématiques, comme cette « Description de la volière en verre de Thurneisser » écrite par Kästner et qui ouvre le premier volume de cette nouvelle publication scientifique [151]. Il existe plusieurs arguments pour considérer les deux premiers journaux d'Hindenburg, les *Leipziger Magazin*, comme poursuivant la même ligne éditoriale.

148. LMRAM, vol. 1, 1786, introduction : « *mehrere Abhandlungen und brauchbare angefangene Aufsätze nach und nach mitzutheilen, die von Lambert theils zu Fortsetzung seiner Beiträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung, theils zu anderm Behufe niedergeschrieben worden* ».

149. Lambert, 1765, introduction : « *fürnehmlich aber dieselbe sowohl in dem gemeinen Leben, als in der Naturlehre und bey Versuchen anwendbar zu machen.* »

150. Voir la liste détaillée des articles dans l'annexe C. Christian Kramp sera plus tard professeur de mathématiques à l'université de Strasbourg et correspondant de l'Académie des sciences de Paris, tandis que J.P. Gruson sera professeur de mathématiques à l'université de Berlin. Leurs contributions se trouvent dans les numéros suivants : C. Kramp, LMRAM, num. 2, 1787, pp. 129-179 (article sur la détermination d'une équation de mortalité) et LMRAM, num. 3, 1788, pp. 1-46 (article sur la création d'un établissement selon les principes exposés dans l'article précédent) ; J.P. Gruson, LMRAM, num. 2, 1787, pp. 480-490 ; A.G. Kästner, ARAM, num. 1, 1795, pp. 195-201.

151. LMRAM, vol. 1, 1786, « Beschreibung von Thürneisers gläsernem Vogelbauer ».

Le titre du premier journal contient certes, en plus des mathématiques, l'histoire naturelle et l'économie. Mais nous avons vu que la définition de la discipline mathématique est très large, en particulier pour les mathématiques pratiques. Le second journal inclut lui aussi des articles qui étudient les questions de mortalité ou de calcul marchand. Plus important, le lectorat des deux magazines est essentiellement composé de *Gelehrten*, des polymathes qui recherchent une publication savante et ne sont pas des mathématiciens professionnels. On peut faire le même constat concernant les auteurs : si l'on ne prend en compte que les mathématiciens vivants, les auteurs de 26 des 50 articles du *Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik* ne sont ni professeurs, ni académiciens, ni astronomes : il s'agit de médecins, d'enseignants du secondaire ou d'amateurs éclairés [152]. Le *Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik* est donc, du point de vue de son contenu comme du point de vue de ses contributeurs, tout à fait proche du *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie*. Si l'on refuse à celui-ci, comme le font la plupart des historiens des sciences, le titre de premier journal de mathématiques, il faut alors en toute rigueur exclure aussi son successeur immédiat. Les deux premières publications de Hindenburg possèdent une proximité éditoriale importante. Cela ne signifie pas qu'il faille attribuer au *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie* le titre de « premier journal mathématique allemand » ; il semble plutôt que ce titre n'ait de sens ni pour l'un ni pour l'autre.

Le *Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik* cesse à son tour d'être publié après trois numéros, sans qu'une raison ne soit donnée par les éditeurs. Il faudra alors attendre sept ans pour que Hindenburg lance, en 1795, un nouveau journal scientifique. Dans l'intervalle, le paysage des mathématiques saxonnes est modifié par l'apparition de l'école d'analyse combinatoire. Nous allons montrer que c'est dans ce troisième périodique que la ligne éditoriale bascule, pour inclure essentiellement des articles de mathématiques pures, écrits par des mathématiciens de profession.

Le tournant des mathématiques pures

Une inflexion dans l'orientation de l'entreprise éditoriale s'est bien produite entre 1789 et 1795, malgré ce qu'en dit Hindenburg. En 1795, le premier numéro annuel des *Archiv der reinen und angewandten Mathematik* (ARAM) est publié, rassemblant les quatre parties trimestrielles. Hindenburg annonce dans la préface que « le plan est globalement le même, que celui du défunt Leipziger Magazine der Mathematik que j'éditais. » [153] Il est maintenant seul aux commandes du projet, et poursuit sa description de la ligne éditoriale en précisant

152. Nous avons uniquement relevé ici les articles dont les auteurs sont vivants au moment de la publication. Sur un total de 57 articles publiés dans les trois volumes du *Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik*, six sont des écrits posthumes de J.H. Lambert et un de Johann Andreas Segner (1704-1777).

153. ARAM, num. 1, 1795, introduction : « *Der Plan ist im Ganzen derselbe, wie bey dem vormals von mir herausgegebenen Leipziger Magazine der Mathematik.* »

le public auquel il s'adresse :

> « Le connaisseur savant [*gelehrte Kenner*], qui a avant tout à cœur le perfectionnement et l'extension de sa science, trouvera ici, je peux l'en assurer, nourriture pour l'esprit et occasion pour une réflexion ultérieure ; mais également le simple amateur [*bloße Liebhaber*] - qui n'est pas habitué à cultiver lui-même les agréables fleurs et les fruits comestibles, mais uniquement à les goûter et à les ramasser à son profit - ne doit pas être oublié, bien qu'il n'ait pas été dans ce volume aussi pris en compte qu'il pourrait bien le souhaiter. » [154]

Formellement, Hindenburg annonce donc une continuité entre cette nouvelle publication et la précédente, guidée par la volonté de satisfaire les deux lectorats de ses journaux : la partie scientifique (*gelehrte Kenner*) et la partie des amateurs éclairés (*bloße Liebhaber*). Il reconnaît cependant clairement que le premier volume favorise les premiers au détriment des seconds. Contrairement à ce qu'il sous-entend, les volumes suivants ne vont pas faire autre chose, et le journal se transforme rapidement en un journal écrit par des mathématiciens de profession qui contient presque uniquement des articles qui présentent de nouveaux résultats en mathématiques pures. Nous avons ici clairement affaire à un journal de mathématiques, et à peine un quart des articles sont écrits par des amateurs, contre la moitié dans le journal précédent [155]. L'évolution du profil des contributeurs va naturellement avoir un impact sur le type d'articles publiés, comme on peut le voir dans la figure 6. Celle-ci présente l'évolution par catégorie des articles publiés dans les journaux de Hindenburg, en nombres absolus pour le premier diagramme, puis en proportion pour le second.

On remarque tout d'abord que l'analyse combinatoire, très peu présente dans les deux premiers journaux, représente dans les *Archiv der reinen und angewandten Mathematik* près du quart des articles. Si l'on y ajoute le reste des articles de mathématiques pures, on atteint 60 % des contributions. Il nous paraît intéressant d'analyser cette évolution sous un autre angle, en se mettant à la place des mathématiciens amateurs, comme par exemple les trésoriers ou conseillers des finances de villes d'une certaine importance. Ils sont nombreux parmi les souscripteurs, et l'on peut citer J.A. Kritter (Göttingen), P.P. Guden (Münden), le *Cammerherr* von Carlowitz, le *Cammercomissar* Cramer ou le *Cammerrath* von Ende

154. ARAM, num. 1, 1795, introduction : « *Der gelehrte Kenner, dem die Vervollkommnung und Erweiterung seiner Wissenschaft vornehmlich am Herzen liegt, wird hier, wie ich versichern kann, Nahrung für den Geist und Veranlassung zu weiterm Nachdenken finden ; aber auch der bloße Liebhaber - der angenehme Blumen und eßbare Früchte, nicht selbst zu ziehen, nur zu seinem Vergnügen zu brechen und zu seinem Nutzen einzusammeln gewohnt ist - soll nicht vergessen werden, gesetz auch, daß er in diesem Bande weniger bedacht wäre, als er wohl wünschen möchte.* »

155. Sur les 81 articles publiés, 52 le sont par des mathématiciens professionnels (professeurs, académiciens ou astronomes), 21 par des amateurs et 7 à titre posthume (six de J.H. Lambert et un de L. Euler - un article n'étant pas signé). Nous considérons dans ce calcul les enseignants du secondaire comme des « amateurs » pour plusieurs raisons : la plupart sont autodidactes et enseignent non seulement les mathématiques mais l'ensemble des matières qui composent l'éducation secondaire ; leur statut social est de plus bien inférieur à celui des professeurs des universités.

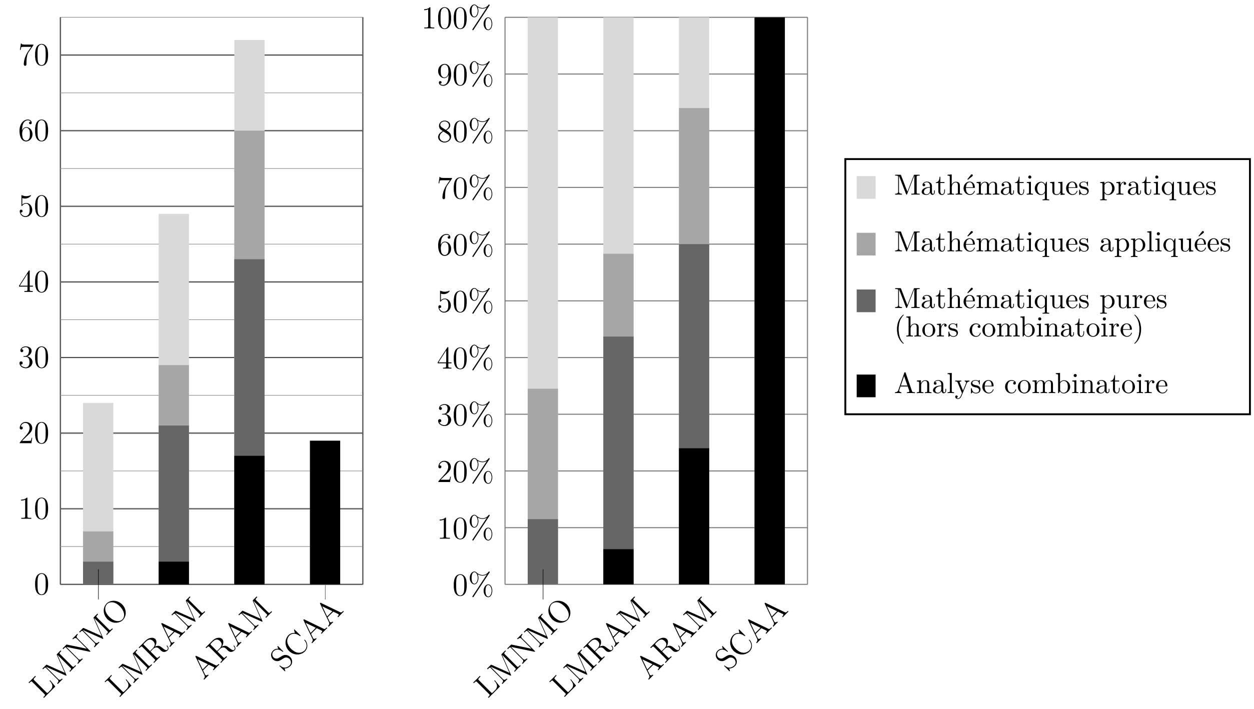


Figure 6 – Nombre et proportion d'articles mathématiques dans les journaux édités par C.F. Hindenburg (1781-1800, données obtenues à partir de LMNMO, LMRAM, ARAM et SCAA).

(Merseburg)[156]. Si ces trésoriers peuvent également apprécier les mathématiques théoriques, leur intérêt principal pour les journaux d'Hindenburg vient vraisemblablement de leur utilité (*Brauchbarkeit*), c'est-à-dire des articles traitant de sujets concrets, en l'occurrence économiques. Or ceux-ci ont presque disparu : la question des assurances, bien représentée dans les deux premiers magazines avec respectivement neuf et sept articles, est ici à peu près absente (voir annexe C.). Tout au plus trouve-t-on, intercalé entre deux articles de Hindenburg sur l'analyse combinatoire, un article de six pages écrit par Kästner et intitulé « Deux questions sur le calcul des assurances » (*Zwo Fragen zur Assekuranzrechnung*[157]). Le thème de l'étude de la mortalité et des assurances est révélateur, et ce constat peut être étendu : la proportion des articles concernant les mathématiques pratiques, directement utilisables par les mathématiciens amateurs, est passée des deux tiers dans le *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie* à un sixième environ pour les *Archiv der reinen*

156. Tous ces noms figurent dans la liste des souscripteurs du premier journal, le *Leipziger Magazin für Naturkunde, Mathematik und Ökonomie*. On peut y ajouter le *Steuercommissar* Erdmann d'Alstedt, le *Land-Cammerrath* von Kregel et le *Commerzienrath* Linke de Leipzig, le *Hof-Cammerrath* Meyer de Fulda, le *Kammerrath* von Minkwitz de Zeiz, le *Cammerrath* Succow de Iéna, le *Superintendent* Vogel de Muskau et le *Steuereinnehmer* Vogel de Borna (la plupart de ces trésoriers viennent de Saxe). Cette liste, qui ne comporte que les amateurs issus du domaine économique et financier, n'est pas exhaustive puisque certains souscripteurs sont anonymes et que d'autres achètent la revue par l'intermédiaire des librairies.

157. ARAM, vol. 1, 1795, pp. 195-201. Il s'agit du dernier article consacré à ce sujet dans les journaux de Hindenburg.

und angewandten Mathematik.

L'analyse combinatoire et la *Sammlung combinatorisch-analytischer Abhandlungen*

Trois numéros des *Archiv der reinen und angewandten Mathematik* paraîtront entre 1795 et 1800, avant que Hindenburg ne cesse définitivement son activité d'éditeur. Il lance cependant en parallèle une seconde revue en 1796, dont un deuxième numéro paraît en 1800. Ce quatrième journal, intitulé *Sammlung combinatorisch-analytischer Abhandlungen*, est uniquement consacré à l'analyse combinatoire. Il s'agit à vrai dire moins d'une revue périodique que de recueils dont la parution est irrégulière, visant à augmenter la publicité et l'audience de la jeune discipline. Dans le premier tome des *Archiv der reinen und angewandten Mathematik* paru en 1795, on trouve déjà un grand nombre d'articles sur ce sujet, dont la présence est justifiée par Hindenburg de la manière suivante : « j'ai inséré dans ce volume, sur demande de plusieurs connaisseurs, quelques mémoires d'analyse combinatoire, pour dissiper l'obscurité qui - on me l'a assuré par écrit et de vive voix - planait encore sur la chose. » [158] En 1795, l'analyse combinatoire, en plein essor à l'université de Leipzig, est encore relativement peu connue dans le reste de l'Allemagne. Les deux nouveaux journaux de C.F. Hindenburg, bien plus orientés vers un public de spécialistes que les précédents, représentent donc un véhicule idéal pour la discipline. L'allusion à une demande extérieure nous semble être un procédé rhétorique, d'ailleurs déjà utilisé par l'éditeur pour justifier le passage du LMNMO au LMRAM [159].

À partir de 1796, Hindenburg franchit une étape supplémentaire : il cesse de diffuser les articles d'analyse combinatoire par le biais des *Archiv der reinen und angewandten Mathematik* et publie le premier numéro de son dernier journal, qui en 1796 porte comme titre *Le théorème du multinôme, le théorème le plus important de toute l'analyse, ainsi que plusieurs théorèmes reliés, retravaillés et présentés par Tetens, Klügel, Kramp, Pfaff et Hindenburg* [160]. Son rôle d'éditeur, déjà très important dans les précédents journaux, est ici fondamental. Le titre mentionne plusieurs des plus grands mathématiciens allemands en activité, et veut donner l'impression qu'ils sont partie prenante du projet. En réalité, il s'agit d'articles envoyés pour publication dans les *Archiv* et que Hindenburg a regroupés,

158. ARAM, vol. 1, 1795, introduction : « *Ich habe, nach dem Wunsche mehrerer Kenner, einige Aufsätze über combinatorische Analysis in diesem Bande mit eingerückt, um die Dunkelheit zu zerstreuen, die über die Sache, wie man mich schriftlich und mündlich versichert hat, noch schwebte.* »

159. Voir LMRAM, num. 1, 1786, introduction : « *Da mehrere gewünscht haben, daß die mathematischen Aufsätze, Übersetzungen, Recensionen und Nachrichten im Leipziger Magazine, von denen zur Naturkunde und Oekonomie gehörigen, in der Folge abgesondert* [werden] *: so erscheint hier der Anfang des Magazins für reine und angewandte Mathematik* ». Aucun témoignage matériel n'appuie cette déclaration de Hindenburg, et l'observation du lectorat semble plutôt infirmer l'idée d'une volonté de distinguer les mathématiques d'un côté, et les sciences naturelles et l'économie de l'autre.

160. Hindenburg, 1796. Ce n'est qu'*a posteriori* que cet ouvrage est considéré comme le premier tome de la *Sammlung combinatorisch-analytischer Abhandlungen*.

commentés et accompagnés d'une postface qui occupe plus de la moitié de l'ouvrage. Le second tome paraît en 1800, et la préface montre bien que C.F. Hindenburg a tout à fait conscience de mener une politique scientifique par le biais de ses journaux. Il y explique en effet que « l'analyse combinatoire gagne de plus en plus en extension », puis annonce son projet d'étendre la diffusion de ses découvertes à l'ensemble de l'Europe, par l'intermédiaire des travaux en latin de J.F. Pfaff, et des travaux en français de C. Kramp et H. Bürmann. Il y annonce également que son souhait de voir écrit un manuel d'analyse combinatoire afin que celle-ci puisse être plus aisément enseignée dans les universités « est maintenant, au moment où [il] écrit ces lignes, probablement déjà réalisé » [161], renvoyant aux manuels de Konrad Dietrich Martin Stahl (1771-1833) et Johann Christoph Weingärtner (1771-1833) publiés l'année suivante [162].

À la fin du XVIIIe siècle, l'entreprise éditoriale menée par Hindenburg semble florissante, puisqu'il fait paraître dans ses deux journaux certains des plus grands mathématiciens allemands, et qu'il peut ainsi diffuser largement les théories de l'analyse combinatoire. Nous devons maintenant essayer d'expliquer pourquoi elle s'arrête brutalement en 1800, car la raison de la disparition du journal n'est pas donnée par Hindenburg. Pour certains historiens, la guerre et les difficultés économiques, en particulier la rupture des communications avec la Russie qui constituait une partie importante du lectorat, sont à l'origine de la faillite du journal. Si ces circonstances extérieures ont certainement joué un rôle, l'orientation progressive des journaux vers les mathématiques pures nous semble avoir été le facteur déterminant. En 1795, le lancement des *Archiv* par Hindenburg prend la forme d'un pari qu'il résume en ces termes :

> « Il dépendra donc uniquement du public mathématique, de savoir s'il veut soutenir ce nouveau magazine périodique pour les mathématiques - une science d'une telle importance et utilité ! Qui devrait bien pouvoir et avoir son propre journal ! - ; s'il veut maintenir en vie une telle entreprise qui, comme l'éditeur (qui ne compte pas par là faire du profit, mais uniquement rentrer dans ses frais) l'a noté de manière aiguë, n'a encore été proposée et menée par aucune autre nation que la nation allemande. » [163]

La remarque d'Hindenburg est loin d'être rhétorique, car la question de la possibilité d'un équilibre financier pour un journal mathématique à la fin du XVIIIe siècle est un problème

161. SCAA, num. 2, 1800, introduction : « *die combinatorische Analysis immer mehr und mehr an Ausdehnung gewinnt* » et « *ist wahrscheinlich bereits itz, da ich dieses schreibe, in Erfüllung gegangen* ».

162. Respectivement Stahl, 1801 et Weingärtner, 1800.

163. ARAM, num. 1, 1795, introduction « *Und so wird es ganz allein von dem mathematischen Publikum abhängen, ob es diese neueröffnete periodische Schrift für die Mathematik - eine Wissenschaft von solcher Bedeutung und Brauchbarkeit ! Die doch wohl ihre eigene Zeitschrift habben könnte und haben sollte ! - unterstützen ; ob es ein Unternehmen aufrecht erhalten will, das, wie der Herr Verleger (der hierbey nicht auf Gewinn, blos auf den Ersatz seiner Kosten rechnet) bereits sehr wahr angemerkt hat, noch von keiner Nation, als der Teutschen entworfen und aufgeführt worden ist.* »

pratiquement insoluble. L'appel à la défense de l'idéal scientifique se double ici d'un appel au patriotisme, un ressort sans aucun doute efficace en 1795. On est bien loin de l'optimisme affiché en 1781, lorsqu'il proposait de vendre les volumes indépendamment les uns des autres, afin que « les amateurs [puissent] commencer avec le volume qu'ils veulent, d'autant plus librement, sans être obligés de prendre en même temps les suivants » [164]. Il est instructif de comparer la situation économique des journaux édités par Hindenburg avec celle du premier journal mathématique allemand pérenne, le *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, lancé en 1826 par A.L. Crelle et analysé en détail par W. Eccarius. Selon lui, un tirage minimum de 400 exemplaires (non atteint par Crelle pour les premières années) était nécessaire pour assurer l'équilibre financier d'un journal. Faute d'avoir obtenu un engagement de l'État prussien pour acheter 200 exemplaires de chaque volume, le journal resta déficitaire pendant plusieurs années et l'on estime que Crelle aurait dans les vingt premières années de son existence donné environ 7 à 8 000 talers pour assurer la survie du journal [165]. Si l'on applique ce calcul aux journaux de Hindenburg, on voit qu'il est possible que l'arrêt du journal ait été dû à des raisons économiques.

En 1781, le premier numéro du *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie* annonce une souscription totale de 155 exemplaires, ce qui est un chiffre très élevé comparé au nombre de professeurs d'université et d'académiciens spécialisés en mathématiques à cette époque en Allemagne (nombre qui ne dépassait pas la cinquantaine). De fait, si le *Leipziger Magazin für Naturkunde, Mathematik und Oekonomie* d'Hindenburg, contrairement au journal de Crelle, est peu diffusé à l'étranger, il bénéficie d'une large audience dans les milieux caméralistes et auprès des savants amateurs. Cette audience est de plus largement locale, c'est-à-dire provenant de Saxe ou plus généralement de la zone d'influence saxonne : parmi les 155 numéros souscrits, nous avons pu en attribuer un tiers à des Saxons [166]. Sur cette cinquantaine de souscripteurs saxons, on ne trouve que cinq mathématiciens professionnels, et une estimation sommaire aboutit donc à une proportion d'environ 10 % du total des acheteurs du journal. Les autres souscripteurs sont des *Factor* (commis, agent de commerce), des membres de l'administration minière ou fiscale, des médecins, pasteurs, *Mechanikus*,

164. LMNMO, num. 1, 1781, introduction : « *Liebhaber um so freyer, bey welchem Jahrgange sie immer wollen, antreten, ohne verbunden zu seyn, die vorgehenden mitzunehmen* ».

165. Eccarius, 1974, pp. 55-61, voir en particulier l'estimation du budget du journal p. 57, note 3. La comparaison ne peut être menée directement avec des talers de 1781, puisque nous ne connaissons pas exactement le taux d'inflation entre 1781 et 1826, et qu'il faut également tenir compte des innovations technologiques (*Schnellpresse*). Par exemple, le prix du premier volume du LMNMO en 1781 est d'un taler, tandis que les volumes du journal de Crelle coûtaient selon Eccarius 4 talers. Le sens général est cependant clair : un journal dédié aux mathématiques pures était par nature déficitaire.

166. Ce chiffre est sans doute considérablement sous-estimé puisqu'un nombre non négligeable de souscripteurs n'indiquent pas leur adresse, et que plusieurs villes ne peuvent plus être identifiées. Il est donc raisonnable de penser qu'une petite moitié des souscripteurs étaient saxons, alors que la Saxe représente à l'époque à peine un dixième de la population allemande. Il faut de plus ajouter un nombre important de souscripteurs venant de l'aire saxonne au sens large, en particulier des villes universitaires de Halle et Iéna.

ainsi que plusieurs libraires. Une proportion d'un dixième de mathématiciens de profession parmi les lecteurs semble cohérente, d'une part avec la ligne éditoriale du premier journal de Hindenburg, consacré également aux sciences naturelles et économiques, et d'autre part avec le fait que les mathématiques ne sont à la fin du XVIIIe siècle qu'une activité faiblement professionnalisée. Le changement de politique éditoriale adopté à partir de 1795 a selon nous détourné du journal cette partie importante du lectorat originel, qui cherchait avant tout un journal de vulgarisation, largement tourné vers les mathématiques pratiques et l'utilisation des mathématiques dans la vie civile. La spécialisation encouragée par Hindenburg ne pouvait à l'époque être menée à bien en raison de l'absence d'une communauté de scientifiques professionnels en mathématiques. Hindenburg semble avoir privilégié le rôle de son journal comme outil de diffusion de ses idées et de sa vision de la discipline, alors même que l'immense majorité des lecteurs potentiels ne pouvaient s'y retrouver. En 1796, dans l'introduction de la *Sammlung combinatorisch-analytischer Abhandlungen* (SCAA), il annonce avec un ton prophétique « une révolution imminente de l'ensemble de nos mathématiques supérieures, qui est à mettre au moins au même niveau que celle provoquée par le calcul infinitésimal » [167].

S'il a pu ainsi souder l'école combinatoire et - on le verra ci-dessous - assurer à certains de ses membres un avenir professionnel en mathématiques pures, il ne pouvait espérer qu'un tel journal serait pérenne. L'absence d'une communauté de scientifiques travaillant en mathématiques pures, obstacle encore considérable lors du lancement du journal de Crelle en 1826, était en 1795 pratiquement insurmontable. À la fin du XIXe siècle, les communautés scientifiques sont encore embryonnaires et largement structurées par les aires linguistiques, et G. Schubring remarque qu'à l'intérieur même de l'aire germanophone, les multiples petits États possèdent une conception différente des mathématiques [168]. Surmonter ces différences tout en créant un « complexe disciplinaire » à l'échelle de l'aire germanophone est un défi considérable, puisque l'implantation institutionnelle des mathématiques théoriques dans les universités allemandes est encore très faible. L'apogée de cette spécialisation est atteinte lorsque Hindenburg lance la SCAA, journal non seulement dédié uniquement aux mathématiques pures mais à une petite partie de celles-ci, l'analyse combinatoire. Le lectorat potentiel de ce dernier journal ne dépasse probablement pas beaucoup le cercle étroit de ses collaborateurs. Pour la grande foire littéraire de Leipzig, en 1800, l'éditeur du journal résume la situation de l'*Archiv der reinen und angewandten Mathematik* en expliquant que « ce journal [...] a de par sa nature un public on ne peut plus restreint. Les troubles dûs à la guerre actuelle d'un côté, et le blocage de toute communication littéraire avec la Russie d'autre part, ont encore davantage réduit ce petit public. » [169] Si les circonstances politiques

167. ALZ, décembre 1796, num. 381, p. 587 : « *unsrer ganzen höhern Mathematik eine Revolution bevorsteht, die der durch Infinitesimalrechnung bewirkten wenigstens gleich zu setzen ist* ».

168. Voir Schubring, 1996, en particulier pp. 372-376, ainsi que Schubring, 1993.

169. ARAM, num. 3 (partie 11), message de la librairie Schäfer : « *Diese Zeitschrift* [...] *hat ihrer Natur nach ein ungemein kleines Publikum. Durch die jetzigen unglücklichen Kriegsunruhen auf der einen, und*

doivent être vues comme un facteur aggravant, c'est donc avant tout le choix de Hindenburg de promouvoir une spécialisation des mathématiques en dépit du manque de mathématiciens susceptibles de participer à ce mouvement qui semble avoir causé la disparition du journal [170].

1.2.3 La disparition de l'école combinatoire à Leipzig : une explication institutionnelle

> « Ce n'est pas le bon moyen de maintenir durablement la réputation des mathématiques supérieures si les non-mathématiciens doivent seulement l'admirer comme un secret pour eux impénétrable. Sur l'analyse combinatoire, je pense comme vous. Depuis que les théologiens ne défendent plus aussi strictement l'idée qu'une seule religion mène à la béatitude, les philosophes ont une philosophie exclusivement critique ; il ne manquait plus maintenant que les mathématiciens aient un calcul exclusivement analytico-combinatoire. » [171]
>
> Lettre d'A.G. Kästner à J.F. Pfaff, 28 avril 1797.

La disparition des deux derniers journaux de C.F. Hindenburg, en 1800, est un premier coup porté au développement en Allemagne de l'analyse combinatoire. Mais la discipline possède toujours, en ce début de XIX^e^ siècle, des atouts considérables. Tout d'abord, Hindenburg a réussi à imposer l'idée que l'étude de problèmes comme le retour des suites, ou le théorème polynomial, est une question fondamentale des mathématiques pures. Il ne faudrait pas confondre cela avec une adhésion pleine et entière au programme de fondation de l'analyse sur des bases combinatoires. En témoignent les deux manuels publiés en 1801 par K.D.M. Stahl et J.C. Weingärtner, dans lesquels l'analyse combinatoire est présentée comme un ensemble de méthodes que l'on peut appliquer en analyse, et non comme une théorie sur laquelle fonder les mathématiques [172]. Quoi qu'il en soit, l'institutionnalisation de la discipline progresse, puisqu'elle commence à être enseignée régulièrement non seulement à Leipzig, mais encore dans d'autres universités allemandes, et en particulier dans la ville

durch die Sperrung alles literarischen Verkehrs mit Rußland auf der anderen Seite, ist jenes kleine Publikum noch mehr verkleinert worden. »

170. Les journaux moins spécialisés, et plus orientés vers des utilisations pratiques, ont ainsi bien mieux résisté. On pourrait citer par exemple le *Magazine pour la science des mines* (*Magazin für die Bergbaukunde*) de J.F. Lempe (voir chapitre suivant), dont la publication n'a pas été interrompue par la guerre entre 1789 et 1795.

171. Pfaff, 1853, lettre du 28 avril 1797, p. 217 : « *Es ist nicht das Mittel, die höhere Mathematik in dauerhaftem Ansehen zu erhalten, wenn sie von Unmathematikern nur als ein ihnen unerforschliches Geheimnis soll angestaunt werden. Über die combinatorische Analysis denke ich so wie Sie. Seitdem die Theologen nicht so streng mehr für eine alleinseligmachende Religion sind, haben die Philosophen eine alleinkritische Philosophie, und nun fehlte noch, daß die Mathematiker eine allein analytisch-combinatorische Rechnung hätten.* »

172. Voir Noble, 2011, p. 300.

voisine d'Iéna par K.D.M. Stahl. Certains étudiants, comme Karl Friedrich Hauber (1775-1851), viennent à l'université de Leipzig spécialement pour rencontrer Hindenburg et discuter avec lui de problèmes relatifs à l'analyse combinatoire : K.F. Hauber publie d'ailleurs deux articles sur ce sujet dans le deuxième numéro de la SCAA qui paraît en 1800 [173].

À Leipzig, Hindenburg est toujours professeur et son influence institutionnelle est majeure : au semestre d'hiver 1798-1799, puis de nouveau en 1802-1803, il est doyen de la faculté de philosophie. Au semestre d'hiver 1803-1804, c'est au tour de von Prasse d'occuper malgré son jeune âge ce poste prestigieux, signe de l'influence de la discipline au sein de la faculté [174]. On assiste à un renouveau de l'enseignement de l'analyse combinatoire, puisque 19 cours sur ce sujet sont proposés entre 1803 et 1808 (voir figure 4, p. 64). Hindenburg propose des cours publics, et on voit en parallèle J.C. Zwanziger assurer régulièrement des cours privés d'introduction à l'analyse combinatoire, comme au semestre d'été 1803 où il enseigne la « démonstration d'une sélection de lois du calcul combinatoire » [175]. Il est intéressant de noter que son cours se base non pas sur le premier ouvrage d'Hindenburg publié en latin en 1781, ni même sur les recueils de mémoires combinatoires parus en 1796 et 1800, mais sur le manuel de Stahl sorti en 1801, *Introduction à l'étude de la théorie des combinaisons* (*Einleitung in das Studium der Combinationslehre*). Si Hindenburg et Zwanziger enseignent régulièrement jusqu'à la fin de la décennie, leur brusque disparition en 1808 marque la fin de la discipline à l'université de Leipzig. Une première explication vient de la constitution de l'université. Il existe à Leipzig, comme dans les autres universités allemandes, trois types d'enseignants : professeur ordinaire, titulaire d'une chaire universitaire, professeur extraordinaire et *Privatdozent*. Un seul ordinariat est dédié aux mathématiques, puisque en dépit des demandes répétées au cours du XVIIIe siècle, le gouvernement saxon refuse de créer une seconde chaire [176]. Le nombre de chaires ordinaires de la faculté de philosophie s'est en effet déjà considérablement accru au cours du siècle, alors même que les revenus de la faculté de philosophie stagne [177]. Le développement institutionnel éclatant des mathématiques à Leipzig dans les années 1790 est exclusivement dû au recrutement de professeurs extraordinaires. Parmi les quatre professeurs extraordinaires nommés au cours de cette décennie, un seul

173. Il est au début des années 1790 élève de Christoph Friedrich Pfleiderer, un ami de Hindenburg qui est professeur à l'université de Tübingen. En 1798, K.F. Hauber entreprend un voyage en Allemagne qui le mène, outre Berlin, Göttingen et Hambourg, à Dresde et Leipzig. Bien qu'il soit spécialiste de géométrie grecque et traducteur d'Archimède, il écrit pour Hindenburg des articles d'analyse combinatoire.

174. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, 1798, 1802, 1803. Hindenburg sera de nouveau doyen en 1806-1807, et von Prasse en 1807-1808, 1811-1812 et 1813.

175. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, 1803 : « *J.C. Zwanziger, M., quat dieb. h. IX selectiori numero demonstrabit leges calculi combinatorii secundum stahlii compendium : Einleitung in das Studium der Combinationslehre* ».

176. Voir Kühn, 1988, p. 113.

177. On compte au moins sept nouvelles chaires dans la faculté de philosophie au XVIIIe siècle : chimie, droit en 1710, droit naturel et héraldique en 1711, études arabes en 1721, philosophie en 1725, économie et sciences camérales en 1763, et histoire naturelle en 1774.

devient en 1799 professeur ordinaire de mathématiques. La croissance de la discipline est donc spectaculaire mais peu pérenne, puisqu'il n'existe qu'une chaire ordinaire, et que le renouvellement des professeurs extraordinaires dépend de la bonne volonté du gouvernement.

Le troisième type d'enseignants, les *Privatdozenten*, sont des étudiants ayant terminé leurs études et obtenu une habilitation à enseigner [178]. Mais ces *Privatdozenten* cherchent naturellement à obtenir un poste de professeur extraordinaire, si bien que leur nombre dépend étroitement des perspectives de carrière à l'université de Leipzig. Si la fin du XVIII^e^ siècle est une période faste pour les mathématiques, le mérite en revient au programme d'analyse combinatoire de Hindenburg, mais également à une conjonction de circonstances institutionnelles exceptionnellement favorables. La construction d'un observatoire rend nécessaire un professeur extraordinaire d'astronomie, avant que l'influence conjointe de Borz et Hindenburg parvienne à faire recruter entre 1796 et 1798 trois professeurs extraordinaires. De telles perspectives entraînent alors, presque mécaniquement, un grand nombre de jeunes étudiants à la fois à étudier les mathématiques et à s'habiliter en tant que *Privatdozent.* Mais la discipline reste structurellement assez faible, car ce n'est pas une *Brotwissenschaft.* En Allemagne, les mathématiques ne sont que faiblement professionnalisées et ne constituent qu'une petite partie de la faculté de philosophie.

Un événement va mettre fin à cette situation à partir de 1802, même si ses effets ne se feront ressentir qu'à la fin de la décennie ; il est jusqu'ici passé inaperçu dans les histoires de l'université de Leipzig, car il semble à première vue déconnecté de l'enseignement scientifique. Il s'agit de l'ordonnance du 7 mai 1802, dans laquelle le prince-électeur annonce sa volonté que « le nombre des PROFESSORUM EXTRAORDINARIORUM de nos universités d'État n'augmente pas hors de proportion » [179], et décide de réduire drastiquement leur recrutement. Le prince-électeur exige même que cette règle soit rappelée à tout étudiant qui obtient son habilitation, afin de décourager les *Privatdozent* d'espérer devenir professeur extraordinaire [180]. Cette décision a eu un effet important et durable, puisque nous verrons qu'elle est respectée au moins jusqu'au second quart du XIX^e^ siècle. Il est peu probable qu'il s'agisse d'une ordonnance prise spécifiquement à l'encontre des mathématiques, mais cette discipline est *de facto* la première concernée. Lorsque Rothe quitte la Saxe pour la Bavière en 1804, cela marque pour Hindenburg la perte de son disciple le plus prometteur, et pour la faculté de philosophie la perte d'un professeur extraordinaire. Quand Sebas meurt en 1806, il n'est pas non plus remplacé. Si l'on y ajoute la mort de Hindenburg lui-même et de Zwanziger en 1808, ainsi que celle de Rüdiger l'année suivante, le seul professeur

178. Suivant les périodes, cette habilitation nécessite d'avoir soutenu une *Dissertatio* ou simplement de posséder le titre de *Magister Legens.*

179. UAH - Rep. 01/09/033, lettre du 7 mai 1802, p. 1r : « *die Anzahl der* PROFESSORUM EXTRAORDINARIORUM *auf Unsern Landes-Universitäten nicht unverhältnißmäsig vermehrt werde* ». Les petites capitales sont du prince-électeur.

180. UAH - Rep. 01/09/033, lettre du 7 mai 1802, pp. 2r-2v.

de mathématiques restant est M. von Prasse, alors même que l'ordonnance de 1802 rend improbable l'arrivée de nouveaux mathématiciens. L'influence de Hindenburg, malgré son importance et son activité au tournant du XIXe siècle, n'a donc pu installer de manière pérenne l'analyse combinatoire à l'université de Leipzig. Cela peut sembler surprenant si l'on considère qu'il a au moins réussi sur un point crucial : imposer un de ses élèves pour la chaire ordinaire de mathématiques, ce qui aurait dû assurer la continuité de son école après sa mort. Mais il semble que von Prasse ait considéré son rôle de professeur dans l'optique qui prévalait alors en Allemagne, c'est-à-dire une transmission de connaissances qui ne se double pas forcément d'une activité de recherche. Il ne reprend pas le rôle de promotion de l'analyse combinatoire d'Hindenburg, et sera assez peu actif en dehors de l'université de Leipzig. Il faut également prendre en considération la situation difficile de l'enseignement des mathématiques après 1809 : il est alors l'unique professeur de mathématiques de l'université, qui va de plus traverser une crise de fréquentation sans précédent due à la guerre qui ravage la Saxe jusqu'en 1814, date de la mort de M. von Prasse.

Le désintérêt des étudiants pour les mathématiques

Les mathématiques ne sont pas, à la fin du XVIIIe siècle, une discipline dont l'étude universitaire est répandue. Si les cours de mathématiques pures élémentaires sont relativement fréquentés, les rangs des étudiants de mathématiques supérieures sont plus clairsemés. J.F. Pfaff, professeur à Helmstedt, indique ainsi en 1792 que « le cours d'analyse infinie est le plus agréable que j'ai enseigné jusqu'ici. J'ai deux auditeurs habiles, et en particulier un qui vit chez moi et auquel je souhaiterais plus tard d'obtenir un ordinariat de mathématiques. » [181] On trouve des témoignages similaires pour de nombreuses universités, comme celle de Göttingen, et Leipzig est une exception, notamment grâce à l'activité de Hindenburg [182]. Mais la principale université saxonne rejoint, au tournant du XIXe siècle, la longue cohorte des universités allemandes où il n'y a qu'une poignée d'étudiants, comme en témoigne en 1802 le mathématicien et astronome F.X. von Zach (1754-1802) :

> « Cela n'est-il pas plus ou moins le cas dans toutes les universités allemandes ? Que peut y faire le professeur de mathématiques, si sa science ne nourrit pas son homme, et si les étudiants préfèrent étudier sérieusement les *Brotwissenschaften* et les mathématiques comme matière secondaire ? Aucun professeur ne doit pour cela en avoir honte ; même Kästner, Klügel, Hindenburg, Pfaff et d'autres se sont plaint que l'étude des mathématiques diminue » [183].

181. Pfaff, 1853, p. 93 : « *Das Collegium über Analysis infinitorium ist mir das angenehmste, das ich bis jetzt gelesen habe. Ich habe darin zwei geschickte Zuhörer, wovon ich besonders dem einen, der bei mir wohnt, auch künftig eine mathematische Professur wünschte.* »

182. Sur l'université de Göttingen, voir le témoignage de J.C.M. Bartels, ci-dessus p. 56.

183. MC, vol. 6, septembre 1802, p. 288 : « *Ist dies nicht mehr oder weniger der Fall auf einer jeden deutschen Universität ? Was kann der Lehrer der Mathematik dafür, wenn seine Wissenschaft nicht Brod gibt, und die Studirenden lieber Brodwissenschaften mit Ernst, und Mathematik als Nebenfache treiben. Kein*

Von Zach va ensuite s'intéresser spécifiquement au cas de l'université de Leipzig et citer une lettre que lui a envoyée Hindenburg :

> « Ici les jeunes étudiants ne veulent absolument plus étudier les mathématiques, même pour de l'argent. Voici la preuve la plus frappante de cela. Le 5 août, l'un des premiers mathématiciens d'Allemagne, le professeur *Hindenburg* de Leipzig, nous écrit : *il faut maintenant attribuer une nouvelle fois la bourse Kregel de la faculté de philosophie, dont je suis présentement le doyen. Mais je ne saurais proposer un candidat comme notre* [Johann Karl] *Burckhardt. Le zèle pour les mathématiques semble ici assez refroidi. La bourse Kregel de trois ans est déjà un soutien considérable pour quelqu'un qui étudie les mathématiques comme matière principale, et pourtant cet encouragement fait moins d'effet que ce que l'on devrait présumer et attendre.* » [184]

Hindenburg souligne lui-même la désaffection progressive des étudiants après 1800, et donne une piste d'explication. Nous pensons que le manque de perspectives professionnelles à Leipzig que nous venons de détailler a joué un rôle important. On peut dresser la longue liste des étudiants de C.F. Hindenburg, disciples de son école d'analyse combinatoire, qui abandonnent l'université saxonne pendant cette période. Parmi les plus célèbres, le premier est probablement H.C.W. Eschenbach, qui après avoir brièvement été *Privatdozent*, s'engage en 1791 dans la marine marchande. Le deuxième est J.K. Burckhardt, évoqué dans la lettre ci-dessus, qui étudie à l'université de 1792 à 1795. Il obtient sur proposition de Hindenburg la bourse Kregel [185] et part étudier avec F.X. von Zach à Gotha, avant de rejoindre J.-J.L. Lalande (1732-1807) à Paris. Le troisième est H.A. Töpfer, qui après avoir étudié avec Hindenburg et participé à la polémique des « signes dimensionnels », est nommé enseignant dans une école secondaire d'État à Grimma. Enfin Rothe, qui n'a pu obtenir en 1799 le poste de professeur ordinaire à Leipzig, ni en 1804 celui de l'université de Wittenberg, accepte un ordinariat de mathématiques en Bavière à l'université d'Erlangen.

Si tous ces disciples ont quitté l'université de Leipzig, et la plupart abandonné la recherche académique, pour embrasser d'autres carrières, ce n'est cependant pas pour des raisons scientifiques. Certains sont en effet convaincus de la pertinence du programme d'analyse combinatoire, et continuent à publier et correspondre avec Hindenburg après leur départ.

Professor hat sich dieses noch zu Schande angerechnet ; geklagt haben wol Kästner, Klügel, Hindenburg, Pfaff, u.a.m., dass das Studium der Mathematik abnimmt ».

184. MC, vol. 6, septembre 1802, pp. 288-289 : « *Bey uns wollen junge Studenten nicht einmal für Geld und gute Worte Mathematik studiren. Hier den auffallendsten Beweis davon. Unterm 5 August schreibt uns einer der ersten Mathematiker Deutschland, Prof.* Hindenburg*, aus Leipzig :* Nun steht wieder das Kregel'sche Stipendium bey der philosophishen Facultät zu vergeben, deren Dechant ich jetzt bin. Einen solchen Candidaten, wie unser Burckhardt war, weiss ich nicht vorzuschlagen. Der Eifer für Mathematik ist hier jetzt ziemlich erkaltet. Das Kregel'sche Stipendium auf drey Jahre ist schon eine gute Ansehnliche Unterstützung für jemanden, der Mathematik zu seinem Hauptstudium macht, und gleichwol wirkt diese Aufmunterung weniger, als man vermuthen und erwarten sollte. » C'est F.X. von Zach qui souligne.

185. Cette bourse provient d'un legs de Karl Friedrich Kregel von Sternbach (1717-1789), et devait encourager l'étude de l'astronomie et des mathématiques.

La raison est avant tout l'absence de perspectives professionnelles à l'université de Leipzig. Cette situation n'est pas nouvelle dans l'histoire de l'université, puisque H. Kühn décrit déjà au milieu du XVIII^e siècle « l'impitoyable combat pour l'existence » (*erbarmungsloser Existenzkampf*) des *Privatdozenten* de l'université de Leipzig ; elle s'aggrave néanmoins avec l'ordonnance de 1802 qui interdit de recruter des professeurs extraordinaires [186]. On voit ici un exemple du phénomène décrit par J. Ben-David et R. Collins, à savoir que « la mobilité des scientifiques d'un domaine à un autre se fera lorsque les chances de succès (par exemple être reconnu, obtenir une chaire à un âge relativement jeune, apporter une contribution exceptionnelle) s'avèrent faibles dans une discipline, souvent à cause de la pléthore de candidats dans un domaine où le nombre de postes reste stable. » [187] Ainsi l'astronomie, en Allemagne ou en France, offrait à J.K. Burckhardt de meilleures perspectives, tandis que Hindenburg voyait son départ pour Paris comme un moyen de diffuser ses idées à l'étranger [188].

Le rôle des structures institutionnelles : l'analyse combinatoire hors de Saxe

La discipline ne disparaît pas d'Allemagne à la mort de son créateur en 1808. Pendant la première décennie du XIX^e siècle, les succès théoriques de l'analyse combinatoire lui assurent une large publicité. Pour les quelques mathématiciens qui la maîtrisent, cette situation est très bénéfique, et plusieurs d'entre eux obtiennent des chaires ordinaires de mathématiques. En 1799, von Prasse devient professeur à Leipzig, tandis que Rothe est nommé à Erlangen en 1804. Un autre combinatoriste, Bernhard Friedrich Thibaut (1775-1832), est recruté à l'université de Göttingen en 1805. Konrad Dietrich Martin Stahl illustre cette interaction entre dynamique institutionnelle et dynamique scientifique : diplômé de philosophie de l'université de Helmstedt, il devient en 1795 *Privatdozent* en mathématiques, puis à partir de 1799 professeur extraordinaire à Iéna. C'est un promoteur actif de la discipline, non seulement car il publie en 1801 un manuel d'analyse combinatoire, mais aussi parce qu'il propose entre 1797 et 1802 sept cours sur ce sujet [189]. En 1804, il est candidat à la chaire de mathématiques de Würzburg. Le philosophe Schelling, alors professeur dans cette université, souligne au cours des délibérations « sa participation active aux progrès de l'ensemble des sciences mathématiques et de leur méthode ». Il explique à ses collègues que cette théorie, « présentée par son auteur [Hindenburg] seulement de manière fragmentaire, fut pour la plus

186. Kühn, 1988, p. 103. Parmi les nombreux exemples qu'elle donne de mathématiciens ayant dû quitter l'université, citons G.W. Leibniz, C. Wolff et A.G. Kästner.

187. Ben-David et Collins, 1991, p. 80.

188. Voir l'attention portée à l'étranger dans l'introduction de SCAA, num. 2, 1800, ainsi que la dédicace de son ouvrage de 1803, *Ueber Combinatorische Analysis und Derivations-Calcul*, partiellement en français et dédicacé à C. Kramp et J.K. Burckhardt.

189. Après son départ de l'université d'Iéna, la discipline n'y sera d'ailleurs plus enseignée, ou uniquement de manière anecdotique. Voir le programme universitaire de l'université : Neupert *et al.*, 2003, pp. 303-337, p. 415 et p. 479.

grande satisfaction de ce dernier, travaillée par Stahl de manière systématique et menée bien plus loin dans l'application. » [190] Schelling souligne enfin que « la théorie des combinaisons d'Hindenburg est encore totalement inconnue des mathématiciens d'ici » et qu'il serait utile de recruter un expert dans ce domaine [191]. Stahl est finalement choisi, et la maîtrise de l'analyse combinatoire est l'argument décisif dans son recrutement. Elle lui permet encore en 1806 de devenir professeur à Landshut, qui est alors la plus grande université de Bavière.

En tant que branche spécialisée à l'intérieur d'une discipline mathématique qui n'est encore ni complètement institutionnalisée, ni complètement distincte des disciplines voisines que sont la physique ou la philosophie, l'analyse combinatoire joue au début du XIXe siècle un rôle paradoxal. Puisque chaque université ne possède qu'une, ou plus rarement deux chaires de mathématiques, la combinatoire est en plusieurs endroits absente des programmes d'enseignement. Dans d'autres institutions, elle est au contraire très bien représentée, puisque Stahl l'enseignera à Landshut sans discontinuer jusqu'à sa mort en 1833 [192]. Alors même qu'elle a disparu de son lieu de naissance depuis 1808, la structure de l'institution universitaire allemande permet en revanche à l'analyse combinatoire d'occuper une position presque hégémonique dans plusieurs universités allemandes. À Heidelberg, où le professeur est Franz Ferdinand Schweins (1780-1856), les étudiants de mathématiques supérieures ne peuvent travailler que sur l'analyse combinatoire [193]. Notre étude institutionnelle ne cherche pas à couvrir l'ensemble de l'histoire du mouvement. Cette explication externaliste des principales évolutions et de la disparition de cette école en Saxe doit s'accompagner d'une étude internaliste. Il est indéniable que l'incapacité de l'école d'analyse combinatoire à atteindre certains de ses objectifs scientifiques - comme trouver une démonstration purement combinatoire du théorème du multinôme - a eu un impact négatif sur le mouvement [194]. Cette approche purement institutionnelle est complémentaire des études existantes sur le programme mathématique de l'école. Les objectifs scientifiques interagissent localement avec des facteurs qui ont trait à l'organisation de l'enseignement, et ces derniers peuvent parfois prévaloir. C'est le cas lors de la rupture majeure qui a lieu à l'université de Leipzig en 1808, qui se traduit par la disparition du programme initié par Hindenburg.

190. Cité dans Fabbianelli, 2008, p. 308 : « *Seinen thätigen Antheil an den Fortschritten der gesammten Mathematik und ihrer Methode* », « *die von ihrem Urheber nur fragmentarisch dargestellt, von Stahl aber zum großem Dank der letzteren, systematisch bearbeitet und in der Awendung viel weiter geführt wurde.* »

191. Cité dans Fabbianelli, 2008, p. 308 : « *die Hindenburgische Combinationslehre unter den gegenwärtig hier befindlichen Mathematikern noch völlig unbekannt ist* ».

192. Toepell, 1996, pp. 122-124. À l'université de Würzburg, elle est enseignée dans le cadre du cours de mathématiques supérieures par Johann Schön (1771-1839) jusque dans les années 1830. Voir Vollrath, 2010, pp. 54-56.

193. Schubring, 2007, retrace le parcours d'Edmund Külp (1800-1862). Après avoir commencé ses études en France, il rentre dans sa ville natale d'Heidelberg et cherche à y obtenir le titre de docteur de l'université. E. Külp explique dans ses correspondances que Schweins « veut absolument que je m'occupe sérieusement du calcul combinatoire, que j'ai en horreur », et finit par abandonner l'idée après avoir constaté que « la maladie s'est emparée trop puissamment des esprits. » (Cité dans Schubring, 2007, p. 111).

194. Voir Noble, 2011, pp. 284-294.

1.3 Les mathématiques universitaires en crise (1808-1824)

1.3.1 Absence de politique scientifique : le rôle de l'institution

Dans les premières années du XIX^e siècle, plusieurs décisions relatives à la politique scientifique de l'université de Leipzig vont contribuer à rendre la position des mathématiques difficile. Tout d'abord, l'ordonnance royale prise en 1802 impose une réduction du nombre de professeurs extraordinaires. Une seconde décision concerne le plan de réforme de l'université de Leipzig, qui est lancé en 1806. La faculté de philosophie est d'accord avec le gouvernement sur un point crucial : il faut modifier la manière de recruter les enseignants, pour éviter le népotisme et ne pas entraver le recrutement des meilleurs enseignants académiques [195]. Nous avons en effet souligné plusieurs fois la tendance particulièrement visible en Saxe à ne recruter que des professeurs saxons, provoquant ainsi un isolement relatif de l'université de Leipzig. En 1808, Franz Volkmar Reinhard (1753-1812) est chargé d'inspecter l'université de Leipzig pour trouver des pistes de réforme [196]. L'année suivante, il refuse une offre similaire de l'État prussien, et est nommé en 1809 vice-président de l'*Oberconsistorium* de Dresde, officiellement chargé l'année suivante de réformer à la fois les deux universités et les trois écoles secondaires d'États (*Landesschulen*). Sa mort en 1812, et les guerres napoléoniennes - la bataille de Leipzig réunit par exemple en octobre 1813 plus d'un demi-million de combattants dans le royaume de Saxe -, vont encore ajourner la réforme universitaire. Celle-ci n'aura finalement lieu que dans les années 1830, période jusqu'à laquelle l'université de Leipzig conserve un degré d'indépendance plus important que la plupart des autres universités allemandes.

C.F. Gauß à l'université de Leipzig ?

Le fonctionnement défaillant du processus de recrutement va être éprouvé dès 1810, lorsque l'université de Leipzig entreprend de remplacer C.F. Rüdiger. Les multiples obstacles que nous avons déjà mentionnés s'y trouvent tous réunis : absence de consultation entre le gouvernement et le Sénat académique, choix dictés par des considérations extra-scientifiques et décisions prises par les membres non scientifiques de la faculté de philosophie. Dès juillet 1809, le conseil de l'éducation (*Kirchenrat*, composante de l'*Oberconsistorium*) dirigé par F.V. Reinhard cherche à pourvoir « la chaire d'astronomie, dont le titulaire devrait également occuper la place d'observateur à l'observatoire de l'université de Leipzig suite au récent décès

195. Voir Czok, 1987, pp. 135-136.

196. Notons que F.V. Reinhard est chargé d'une réforme générale de l'instruction saxonne, ce qui inclut également l'enseignement secondaire.

du professeur Rüdiger » [197]. Le Sénat académique pense alors avoir une occasion de contourner le manque chronique de dotation de l'université. L'idée consiste à fusionner les postes d'observateur et de professeur extraordinaire d'astronomie, tout en transformant ce dernier en ordinariat. Le salaire serait alors suffisamment élevé pour pouvoir recruter un astronome parmi les savants les plus célèbres de l'époque, et le choix se porte sur Gauß. L'université de Leipzig ne possède alors pas de candidat local, ce qui explique qu'elle se tourne vers le reste de l'Allemagne. Dans le manuscrit de dénomination envoyé au roi, le Sénat établit sa liste de candidats, qui commence par Carl Friedrich Gauß (1775-1855), alors professeur à Göttingen, et Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1845), alors astronome à l'observatoire Lilienthal près de Brème. Dans l'hypothèse où aucun des deux principaux candidats ne puisse être recruté, le Sénat propose Ernst Friedrich Wrede (1766-1826), professeur de mathématiques à l'université de Königsberg, et J.S.G. Huth (1763-1818), alors professeur de mathématiques à Charkow, ville aujourd'hui située en Ukraine.

Le manuscrit de dénomination, dont le brouillon, daté du 28 décembre 1809, est conservé dans les archives de l'université de Leipzig, permet de mieux comprendre la stratégie de l'université : chaque professeur est en effet amené à donner son avis sur le brouillon établi par le recteur. Le but de la faculté est d'arriver à formuler une offre assez intéressante pour convaincre Gauß de quitter Göttingen ; Bessel, qui est pourtant un astronome de renom, ne serait qu'un pis-aller. Dans ce brouillon, le professeur d'histoire F.A.W. Wenck indique que la meilleure solution serait « que Monsieur Gauß obtienne la place, car l'on ne sait pas si Bessel est qualifié pour être professeur d'astronomie, et les deux autres ne sont pas assez connus en tant qu'astronomes. » [198] Notons une fois de plus l'ambiguïté de la faculté, qui cherche à la fois à attirer un chercheur célèbre tout en gardant comme souci principal l'activité d'enseignement. Bessel est en effet à l'époque tout à fait reconnu en tant qu'astronome, et le doute porte uniquement sur ses capacités d'enseignement. Le ton général du manuscrit montre cependant que l'université veut attirer un chercheur d'envergure européenne. Il faut cependant le recruter à prix d'or, car les rares personnes « qui possèdent des connaissances et une compréhension excellente de cette science » n'hésitent pas à voyager dans toute l'Europe, du fait même de « la nature de leur science, dont l'utilité et l'estime ne se limitent pas à quelques pays mais sont communes à l'ensemble de l'Europe savante » [199]. Les considérations sont ici bien différentes du recrutement de C.F. Rüdiger en 1791 qui, s'il s'était révélé positif

197. UAL - B 2/20, vol. 1, lettre du 7 juillet 1809 : « *noch die Professur der Astronomie, deren Inhaber zugleich durch Professors Rüdiger ohnlängst erfolgenes Ableben noch die Stelle eines Observators bey der Sternwarte zu bekleiden haben würde* ».

198. UAL - B 2/20, vol. 1, lettre du 28 décembre 1809 : « *daß H. Gauß die Stelle erhält, da man nicht weiß, ob Bessel zu einem akad. Lehrer qualificirt ist und die beyden andere als Astronom zu wenig bekannt sind.* »

199. UAL - B 2/20, vol. 1, lettre du 28 décembre 1809 : « *die in dieser Wissenschaft ausgezeichneten Kenntnisse und Einsichten besitzen* », « *aus der Natur ihrer Wissenschaft, da deren Brauchbarkeit und Schäzzung sich nicht auf einige Länder beschränkt, sondern dem ganzen gebildeten Europa gemein sind* ».

pour l'enseignement, était principalement un choix d'économie.

Cependant le plan de transformer le poste de professeur extraordinaire en ordinariat échoue lorsque les deux premiers candidats refusent. La réponse de Gauß n'est pas conservée, mais on sait que la proposition de dénomination du Sénat a été acceptée par le roi, puisqu'un courrier a été envoyé à Göttingen. La correspondance entre Gauß et l'un de ses amis astronomes, Wilhelm Olbers (1758-1840), contient plusieurs lettres sur ce sujet. Elles permettent d'avoir une idée assez précise de l'offre qui lui est faite et des raisons finales de son refus. Il faut tout d'abord constater que Gauß a pris la proposition très au sérieux, puisque les négociations durent presque un an. La première mention de négociations entre lui et l'université de Leipzig date en effet d'une lettre du 5 août 1809 envoyée à Olbers. La faculté a ainsi pris contact avec lui avant même d'établir le manuscrit de dénomination mentionné ci-dessus. Gauß est à cette époque professeur à l'université de Göttingen et directeur de l'observatoire, avec un salaire annuel d'environ 1500 talers. Seule la réponse à la lettre du 5 août est conservée dans la correspondance entre Gauß et Olbers, si bien que le détail de l'offre ne peut être vérifié. Cependant, pour qu'il la prenne au sérieux, il est permis de penser qu'elle devait être intéressante et donc au moins comparable à sa situation à Göttingen. Gauß s'enquiert alors auprès d'Olbers de la situation réelle de l'astronomie à l'université de Leipzig, étant donné que ce dernier y a séjourné en 1806 et y a rencontré Hindenburg, et la réponse est instructive :

> « Vous m'aviez demandé quelles étaient les conditions à Leipzig, et je pensais alors pouvoir obtenir des nouvelles encore plus récentes. Mais cela n'a pas réussi. On m'a seulement dit de manière générale que l'université restait florissante, avait et gardait ses propres revenus, etc. La grande réforme dont Hindenburg me parlait en 1806 n'a donc sans doute rien donné.
>
> L'observatoire est, tel qu'il est aménagé, inutilisable, et comme je l'ai constaté en 1806, il sera difficile de l'arranger ne serait-ce qu'un peu. Il est toujours triste qu'un tel bâtiment tombe en de mauvaises mains. Le bon Rüdiger nous avait assuré qu'il n'en était pas responsable, mais avait toujours demandé en vain quelques milliers de talers pour corriger ces défauts dans la mesure du possible. Les rares instruments en place étaient à cause de leur état incertain pratiquement inutilisables, et les beaux instruments que le Comte Brühl avait offerts se trouvaient tous encore dans leurs boîtes. - En dehors de cela, l'observatoire possède une bonne bibliothèque et les astronomes disposent de deux assistants [*Amanuenses*]. » [200]

200. Lettre d'Olbers à Gauß du 20 septembre 1809, reproduite dans Schilling, 1900, p. 440 : *« Sie hatten sich bei mir nach den Verhältnissen in Leipzig erkundigt, und ich glaubte von daher noch nähere Nachrichten einziehen zu können. Allein dies ist nicht geglückt. Man sagte mir nur im Allgemeine, dass die Universität in Flor bleibe, ihre bestimmten Einkünfte hätte und erhielte, u.s.w. Also muss von einer grossen Reform, wovon mir Hindenburg 1806 sprach, wohl nichts geworden sein. Das Observatorium ist ganz unbrauchbar angelegt, und so, wie ich es 1806 fand, wird sich wenig oder nichts dort ausrichten lassen. Es ist höchst traurig, wenn ein solcher Bau in unrechte Hände fällt. Der güte Rüdiger war seiner Versicherung nach nicht Schuld daran, hatte aber immer vergeblich um ein paar tausend Thaler angehalten, diese Fehler taliter qualiter zu*

Si cette description peu flatteuse de l'observatoire a pu refroidir Gauß, il ne semble pas que celui-ci abandonne complètement l'idée, ce qui suggère qu'il aurait reçu des assurances concernant une réhabilitation du bâtiment. Il écrit en effet à Olbers le 4 octobre 1809 : « Je vous suis particulièrement reconnaissant pour les nouvelles que vous m'avez données sur L[eipzig]. Pourtant rien n'est décidé dans cette affaire. Je serai satisfait si cela traîne encore un peu, jusqu'à ce que l'on voie comment tourne la guerre » [201]. Mais une nouvelle lettre d'Olbers permet à Gauß de comprendre que l'offre de Leipzig n'est pas aussi intéressante qu'elle le semble. L'université de Leipzig a en effet envoyé une proposition à F.W. Bessel, par l'intermédiaire de von Prasse. Cette proposition montre bien que le poste d'observateur et de professeur d'astronomie à Leipzig comporte des contraintes importantes, et que la réfection de l'observatoire n'est pas à l'ordre du jour :

> « Je dois au passage indiquer que Bessel, le jour-même où il reçut la première requête du professeur Tralles à Berlin, reçut également une lettre du professeur Prasse de Leipzig, dans laquelle celui-ci lui demandait s'il voudrait prendre la place de Rüdiger. - Cependant les conditions mentionnées par le prof. Prasse n'étaient rien moins qu'engageantes : un salaire de 250 t[alers], peu d'espoir concernant l'amélioration de l'observatoire, de nombreuses formalités inacceptables pour Bessel, etc. Le bon Prasse n'était probablement pas au courant de la véritable situation de cette affaire. » [202]

Comme on le voit, l'offre faite à F.W. Bessel avait peu de chances d'être acceptée, le Sénat académique cherchant sans doute à ce qu'il refuse. Il est en effet déjà à cette époque l'un des astronomes les plus célèbres d'Allemagne. L'offre à laquelle fait allusion Olbers provient de l'État prussien - Bessel l'acceptera - et permet de comparer la politique de recrutement des deux États. La Prusse lui propose un poste à l'université de Königsberg, avec un salaire de 800 talers annuels et la promesse de construire un observatoire selon les plans établis par l'astronome lui-même. La Saxe lui propose un salaire plus de trois fois inférieur pour enseigner dans une université où l'observatoire est inutilisable.

---

verbessern. Die wenigen aufgestellten Instrumenten waren ihres wankenden Standes wegen schwerlich zu gebrauchen, und die schönen von Graf Brühl geschenkten befanden sich noch alle in ihren Kästen. - Das Observatorium hat sonst eine gute Bibliothek, und es wurden dem Astronomen zwei Amanuenses gehalten ». La demande formulée en début de lettre fait probablement référence à la lettre du 5 août, puisque Olbers s'excuse au paragraphe précédent de ne pas avoir encore répondu.

201. Lettre de Gauß à Olbers du 4 octobre 1809, reproduite dans Schilling, 1900, p. 441 : « *Durch ihre gefälligen Nachrichten über L. haben Sie mich ungemein verpflichtet. Noch ist nicht in der Sache entschieden, und ich sehe gern, wenn es noch etwas verschoben wird, bis man sieht, was von dem Kriege wird* ».

202. Lettre de Olbers à Gauß du 17 janvier 1810, reproduite dans Schilling, 1900, pp. 444-445 : « *Beiläufig muss ich hier erwähnen, dass Bessel gerade an demselben Tage, wo er den ersten Antrag von Prof Tralles in Berlin erhielt, auch einen Brief von Prof. Prasse aus Leipzig empfing, worin dieser bei ihm anfrug, ob er nicht zu Rüdiger's Stelle Lust habe ? - Allein die Bedingungen, die Prof. Prasse angab, waren nichts weniger als eiladend : 250 Th. Gehalt, wenig Hoffnung zur Verbesserung der Sternwarte, viele Bessel gar nicht anständige Formalitäten etc. - Wahrscheinlich war der gute Prasse von der wahren Lage dieser Angelegenheit gar nicht unterrichtet.* »

Les professeurs de Leipzig n'avaient cependant pas imaginé que Gauß apprendrait par ce biais que la réfection de l'observatoire n'était pas à l'ordre du jour. Malgré cela, Gauß indique le 9 avril 1810 que les négociations avec Leipzig ne sont « pas encore tout à fait terminées », ce qui sous-entend que l'université était prête à faire des concessions. Mais le rapport de Olbers sur l'observatoire et la proposition à Bessel ont dû faire sentir à Gauß que l'offre de l'université ne pouvait être sérieuse. Et celle-ci restait de toute façon moins intéressante que l'offre faite au même moment par l'université de Berlin qui lui proposait une place à l'Académie des sciences et donc de fait une dispense d'enseignement [203]. Mais la décision de l'université de Göttingen de l'augmenter et l'hésitation de Gauß à quitter un poste sûr dans une période troublée emporteront finalement sa décision.

K.B. Mollweide, un mathématicien nommé professeur d'astronomie

Le processus de remplacement de C.F. Rüdiger est temporairement interrompu avec le refus de Gauß. Les deux premiers candidats ayant refusé, les deux autres ne seront pas même consultés. Pendant plusieurs semestres, von Prasse assure donc l'intérim avant de proposer Karl Brandan Mollweide, qui sera finalement choisi. La première trace écrite à son sujet est un document daté du 30 octobre 1810, date à laquelle les négociations ont déjà commencé. S'il ne figurait pas dans la liste des candidats au poste de professeur d'astronomie, il avait été proposé pour succéder à l'éphémère professeur ordinaire de physique Christian Samuel Weiß (1780-1856) [204]. Celui-ci a étudié à Berlin, puis à l'Académie des mines de Freiberg, avant d'être habilité *Privatdozent* en 1803 à l'université de Leipzig et d'enseigner la chimie, la physique et surtout la minéralogie. Il devient ensuite professeur ordinaire de physique à la mort de Hindenburg, mais quitte presque immédiatement Leipzig pour être nommé à la nouvelle université de Berlin en 1810 [205].

L'affaire est menée avec célérité, puisque le 30 janvier 1811, Mollweide est officiellement nommé professeur extraordinaire d'astronomie et responsable de l'observatoire. C'est la fin du laborieux processus de remplacement de Rüdiger, entamé un an et demi plus tôt, durant lequel il n'y avait plus qu'un professeur pour enseigner les mathématiques à l'université de Leipzig. Karl Brandan Mollweide (1774-1825) est né hors de Saxe, dans l'État de Braunschweig, avant d'étudier les mathématiques sous la direction de J.F. Pfaff à l'université

203. La proposition exacte faite à Gauß par l'université de Berlin est la suivante : une place à l'Académie, un salaire minimum de 1500 talers et aucune contrainte d'enseignement. Voir la lettre de Gauß du 6 août 1810 reproduite dans Schilling, 1900, p. 452.

204. UAL - B 2/20, vol. 1, lettre du 30 octobre 1810. On peut y lire que « *die philosophische Fakultät hatte Hrn. Mollweide* [...] *bey Gelegenheit Ihrer Denomination zu der durch des Hr. Prof. Weiß Abgangs nach Berlin erledigte Professur der Physik, zu der astronomischen Professur empfohlen.* »

205. Nous n'avons pas fourni de notice biographique pour C.S. Weiß car il n'a pas enseigné les mathématiques : la chaire de sciences physiques s'éloigne avec lui des sciences exactes. Il semble cependant avoir bénéficié, au moins pour son habilitation en 1803, du soutien de Hindenburg. Voir son dossier dans UAL - PA 1041.

d'Helmstedt. De 1800 à 1810, il est professeur au *Pädagogium* de Halle, une institution d'enseignement secondaire moderne [206]. Les conditions de sa nomination sont bien moins avantageuses que celles qui avaient été proposées à Gauß, puisque son salaire total est de 567 talers, dont 200 versés par le gouvernement [207]. Ce faible salaire est néanmoins partiellement compensé par le prestige de l'université de Leipzig (puisque Mollweide enseignait jusque-là dans une école secondaire) et l'octroi d'un logement gratuit dans l'observatoire de l'université. K.B. Mollweide obtient aussi la promesse d'être nommé un jour professeur ordinaire. Malgré le remplacement de Rüdiger, les conditions ne sont toujours pas réunies pour qu'une véritable activité d'observation astronomique ait lieu à Leipzig. Non seulement l'observatoire est toujours difficilement utilisable, mais il est de plus régulièrement réquisitionné pendant les guerres napoléoniennes.

Lorsque von Prasse meurt subitement en 1814, âgé d'à peine 45 ans, le dernier disciple de Hindenburg à l'université disparaît, et l'enseignement des mathématiques y est complètement désorganisé. K.B. Mollweide est alors proposé au poste de professeur ordinaire de mathématiques. La faculté de philosophie tente ainsi de réunir l'extraordinariat d'astronomie et la chaire de mathématiques, afin de remplir à moindre frais la promesse faite trois ans plus tôt de lui donner le titre de professeur ordinaire [208]. Contrairement à ce que l'on pourrait attendre, Mollweide refuse dans un premier temps de devenir professeur de mathématiques. Une lettre du 25 mai décrit sa volonté de « rester dans sa situation actuelle et de ne pas accepter la chaire de mathématiques qui lui est confiée » [209]. Il pose la condition suivante : garder, jusqu'à son remplacement éventuel au poste de professeur d'astronomie, la moitié de son salaire précédent et son logement à l'observatoire. Ce qui signifie que le gouvernement, ou la faculté, essayait de fait de fusionner les chaires de mathématiques et d'astronomie, tout en ne proposant à K.B. Mollweide que le salaire de la chaire ordinaire. Sa demande n'est pas acceptée et il n'obtient comme dédommagement pour son second poste qu'une augmentation de 100 talers, ainsi que le droit de conserver son appartement de fonction.

J.C. Burckhardt, A.F. Möbius et la chaire d'astronomie

L'université doit donc pourvoir la place de professeur d'astronomie et celle d'observateur, puisque K.B. Mollweide a clairement fait savoir que son remplacement n'était que temporaire. Le processus de sélection se met en place et le Sénat académique produit un premier manuscrit de dénomination le 6 novembre 1815. On y apprend qu'August Ferdinand

206. Voir sa notice biographique p. 512.

207. UAL - PA 757, lettre du 30 janvier 1811.

208. L'ordinariat de mathématiques, contrairement au poste de professeur extraordinaire d'astronomie, est une chaire dite « d'ancienne fondation » (*alte Stiftung*). Elle est mieux considérée, et offre de nombreux avantages, dont celui de pouvoir être doyen ou recteur, ainsi que celui de participer au processus de dénomination lorsque de nouveaux professeurs sont choisis.

209. UAL - PA 757, lettre du 25 mai 1814 : « *in seiner bisherigen Lage zu bleiben und die ihm übertragene Professur der Mathematik nicht anzunehmen* ».

Möbius (1790-1868) s'est spontanément porté candidat [210]. Il possède dans un premier temps peu de chances d'obtenir la nomination car il est très jeune. Né en 1790, il est élève à l'école d'État de Pforta de 1803 à 1809 avant de s'inscrire à l'université de Leipzig où il suit les cours de Mollweide [211]. En 1814, il est brièvement élève de Gauß à Göttingen avant de revenir à Leipzig où il obtient le grade de docteur. Son habilitation en tant que *Privatdozent* date de 1815 et il ne dispense donc des enseignements que depuis deux semestres.

Un second facteur qui joue contre lui est la position du Sénat académique, qui veut, comme en 1810, attirer un scientifique renommé à l'université de Leipzig afin de rehausser son prestige. Après que les guerres aient ravagé pendant plus de deux ans le territoire saxon et que le royaume ait perdu l'université de Wittenberg, l'affaire revêt un caractère éminemment politique. La première personne ainsi proposée est J.C. Burckhardt. Le manuscrit souligne que Burckhardt « est né dans cette ville et a aussi fait son éducation dans notre université », notamment avec Hindenburg, et qu'il « s'est fait un nom parmi les astronomes, de sorte que son recrutement par la présente université serait indéniablement vue comme avantageuse à tous points de vue » [212]. Il est cependant citoyen français depuis 1799, résidant à Paris où il est élu en 1804 à l'Académie des sciences, et depuis 1807 directeur de l'observatoire de l'école militaire. Comme le manuscrit le souligne, sa célébrité représenterait un atout indéniable pour l'université. Le second astronome proposé est Johann Friedrich Benzenberg (1777-1846), qui a étudié à Göttingen auprès de Georg Christoph Lichtenberg et de Kästner. Il a ensuite travaillé en Bavière et en Suisse avant de se tourner vers Paris à la chute de Napoléon. Il est l'auteur de plusieurs ouvrages en astronomie et en physique.

Le troisième et dernier nom proposé, qui est d'ailleurs le seul candidat spontané, est August Ferdinand Möbius (1790-1868), naturellement bien moins expérimenté que les deux précédents. L'ordre de classement montre la volonté du Sénat de privilégier non seulement le recrutement d'un scientifique célèbre mais également d'un astronome chevronné. Contrairement aux deux autres, Möbius a peu voyagé, n'est jamais allé en France, et son profil est plus orienté vers les mathématiques que vers l'astronomie, bien que la faculté relève ses études à l'université de Göttingen sous le patronage de Gauß comme un élément positif. La lettre suivante que l'on trouve dans le dossier de l'université de Leipzig, datée du 30 janvier 1816, est une lettre du roi adressée au Sénat académique. Il y annonce simplement la nomination de Möbius au poste de professeur extraordinaire d'astronomie et de responsable de l'observatoire. En l'absence d'indications précises, on ne peut donc que spéculer sur les raisons qui ont amené ce choix. L'argument du candidat local a pu jouer un rôle, comme

210. UAL - PA 752, lettre du 6 novembre 1815.

211. Voir sa notice biographique p. 511.

212. UAL - PA 752, lettre du 6 novembre 1815 : « *in hiesiger Stadt geboren ist und auf unserer Universität seine Bildung erhalten hat* », « *einen Name unter der Astronomen erworben, so daß seine Berufung an der hiesigen Universität unstreitig in aller Rücksicht zum Vortheil gesehen wäre* ». Sa connaissance de l'école combinatoire et sa publication d'articles dans le dernier journal de Hindenburg sont également soulignées.

c'est souvent le cas dans les nominations à Leipzig. Il nous semble cependant plus probable que les deux premiers astronomes aient tout simplement refusé le poste car Burckhardt, par exemple, avait une situation bien meilleure à Paris. On ne sait d'ailleurs même pas si ces derniers ont été réellement contactés, puisque le choix définitif intervient en moins de trois mois. Au vu des délais habituels entre la dénomination et le choix définitif d'un professeur, et en considérant le temps nécessaire pour négocier à distance les conditions d'obtention d'un poste, on peut en douter. Möbius a été peu exigeant, et il aura dans les prochaines décennies de nombreuses occasions de se plaindre d'un salaire que même ses collègues jugent misérable, et qui s'élevait dans les années 1820 à peine à 360 talers [213]. Du point de vue de l'enseignement, son expérience est cependant limitée puisqu'il a réalisé l'essentiel de ses études à l'université de Leipzig ; la faculté de philosophie est bien placée pour savoir que les enseignements en astronomie sont d'un niveau faible et ne comportent pratiquement pas d'observations. Afin de pallier à la relative inexpérience scientifique du nouveau professeur, le roi s'engage donc à lui permettre « d'entreprendre, avant son entrée en fonction, un voyage astronomique savant » [214] et à le financer. Ceci constitue une reconnaissance implicite du besoin de formation, et Möbius va en profiter pour visiter notamment l'observatoire de Gotha, où il rencontre Bernhard von Lindenau (1779-1854), astronome et futur premier ministre (*Staatsminister*) de la Saxe.

Si la période de vacance a été pour cette nomination bien plus courte que lors de la succession de Rüdiger, on remarque dans les deux cas des phénomènes similaires. L'université de Leipzig, qui était jusqu'à la fin du siècle précédent une université d'envergure européenne, tente d'attirer un scientifique célèbre, sans en avoir désormais les moyens politiques ou financiers. Les conditions proposées, notamment en matière de salaire, sont notoirement insuffisantes comparées à celles offertes par les grandes universités européennes. L'incapacité dans laquelle se trouve l'université de réhabiliter l'observatoire contraste avec ses ambitions en matière de recrutement. La faculté de philosophie, composée très majoritairement de savants qui ne connaissent ni les mathématiques ni l'astronomie, continue de suivre des procédures héritées du XVIII^e^ siècle, qui se révèlent inadaptées à sa situation actuelle. Si la faculté trouve en Möbius un mathématicien exceptionnel, il s'agit d'un pur hasard. Après avoir terminé l'étude de la réforme de l'université dans les années 1820 et 1830, nous verrons d'ailleurs que ni lui, ni K.B. Mollweide, en dépit de leur talent en mathématiques, ne vont se révéler capables de redonner à l'université de Leipzig une place scientifique de premier plan. La raison est avant tout institutionnelle et relève de l'absence d'une politique scientifique cohérente destinée à encourager le développement des sciences académiques en Saxe.

---

213. Loh, 1995, p. 27, avec tout de même un logement chauffé à l'observatoire. Cette somme est néanmoins inférieure au salaire de bien des enseignants du secondaire.

214. UAL - PA 752, lettre du 30 janvier 1816 : « *vor Antritt der ihm aufgetragenen Stelle eine gelehrte astronomische Reise unternehmen* ».

La réforme de l'université saxonne reprend en 1819 lors du mouvement conservateur provoqué par les décrets de Karlsbad (*Karlsbader Beschlüsse*). En application du premier article de la conférence consacrée aux universités, un représentant plénipotentiaire du roi Frédéric-Auguste Ier à l'université de Leipzig est nommé le 8 mars 1820. Celui-ci est notamment chargé de vérifier la moralité des professeurs - en particulier afin d'éviter la propagation d'idées libérales parmi les étudiants -, ainsi que la bonne tenue des enseignements. On a donc de fait une mise sous contrôle de l'université, puisque ce représentant rend lui-même compte de sa mission au *Kirchenrat* de Dresde, lui-même sous l'autorité de l'*Oberconsistorium*, et donc indirectement au gouvernement [215]. Cette subordination politique se double, à partir du début des années 1820, d'une dépendance financière croissante. L'université de Leipzig est alors sous-financée de manière chronique puisqu'elle tire ses revenus de ses propres possessions et non pas d'un financement étatique, comme les autres grandes universités allemandes de Göttingen et Berlin. L'État verse à partir de 1821 la somme de 2 000 talers annuels, qui passe bientôt à 4 000 ; en 1833, 1 500 talers sont ajoutés pour l'entretien de la bibliothèque. Avec la réforme de l'État qui résulte des troubles politiques de 1830, l'université est placée entièrement sous son contrôle, et dès 1834 c'est lui qui contrôle le budget et nomme les professeurs. L'État possède désormais la capacité d'orienter, et même de déterminer directement la politique scientifique universitaire [216].

La question du budget peut sembler secondaire, mais elle influence en réalité grandement la conception de la politique scientifique de l'université. Jusqu'aux années 1830, il existe de multiples sources de revenus qui sont chacune attribuées au financement d'une chaire, ou d'un poste de dépense particulier. Chaque décision implique de multiples négociations, puisqu'un professeur touche généralement une partie de son salaire de l'université, une autre du roi et souvent même une partie en nature. Ce n'est qu'avec l'unification des financements et de la comptabilité que des réorganisations rapides et de grande ampleur deviennent possibles, en termes de nomination de professeurs, créations d'*Institut*, *Seminar* ou laboratoires. La négociation sur la nomination des professeurs, les salaires et les conditions d'enseignement devient elle aussi une compétence du ministère du culte et de l'enseignement [217].

215. Czok, 1987, p. 137. Le *Kirchenrat* deviendra en 1831 le *Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts* (voir l'organigramme institutionnel, annexe B.2, p. 425).

216. Czok, 1987, p. 141.

217. Voir par exemple la description de l'université de Leipzig par un contemporain dans Berger, 1840, p. 372 : « *Was die Anstellung der ordentlichen Professoren anlängt, so kann das Cultusministerium nur in Gemeinschaft mit den übrigen* in Evangelicis *beauftragten Ministern handeln* ». C'est Berger qui souligne.

1.3.2 Quelle réforme pour l'enseignement des mathématiques universitaires ?

En 1810, les mathématiques universitaires sont en crise à l'université de Leipzig, et il faudra près de deux décennies pour que la discipline achève sa transformation. Cette situation n'est certes pas circonscrite à la Saxe et se retrouve dans l'essentiel des établissements germanophones. L'université de Berlin elle-même ne deviendra un centre mathématique de premier plan qu'à partir de la fin des années 1820 [218]. La Saxe connaît néanmoins des circonstances locales aggravantes de deux types. La disparition en deux ans (1808-1809) de trois enseignants de mathématiques est un premier coup dur, à une période où l'individualisation de l'enseignement universitaire confère à la personnalité des professeurs un rôle déterminant. La perte de l'université de Wittenberg, annexée par la Prusse et fusionnée en 1817 avec celle de Halle, constitue une autre difficulté. Bien que la réduction du nombre d'établissements supérieurs concerne toute l'Allemagne, le modèle saxon se trouve bouleversé lorsque l'équilibre entre une petite université orientée vers les mathématiques pratiques et une grande université plus généraliste disparaît.

L'université de Leipzig ne possède plus les compétences pour continuer à proposer des mathématiques pratiques. Elle laisse donc le monopole de ces formations aux institutions techniques qui vont à la même période prendre un essor considérable. Nous étudions dans les chapitres suivants l'Académie des mines de Freiberg (chapitre 2), ainsi que l'Académie forestière de Tharandt et l'Institut de formation technique de Dresde (chapitre 3). La crise des mathématiques universitaires se traduit par un enseignement d'un niveau particulièrement faible, encore aggravé par un désintérêt profond des étudiants. Ces deux phénomènes doivent retenir notre attention si l'on considère que les deux professeurs de mathématiques et d'astronomie, K.B. Mollweide et A.F. Möbius, sont à la fois des scientifiques talentueux et des enseignants compétents. Nous allons donc examiner le contenu de leurs cours et les conditions d'enseignement afin de mieux comprendre les problèmes auxquels l'institution universitaire est confrontée. Dans un second temps, une comparaison avec la nouvelle université de Berlin (en Prusse protestante) ainsi qu'avec l'université de Landshut/Munich [219] (en Bavière catholique) permettra de situer l'université de Leipzig dans le paysage des mathématiques universitaires allemandes.

Les enseignements de mathématiques, sur la période 1808-1824, sont presque uniquement assurés par les deux professeurs de mathématiques et astronomie, Mollweide et Möbius.

---

218. Sur l'histoire de l'essor des mathématiques à l'université de Berlin, voir Biermann, 1973 et Schubring, 1992.

219. L'université principale de l'État de Bavière est jusqu'en 1799 située à Ingolstadt. À cette date elle est transférée à Landshut, où elle restera jusqu'en 1826. Elle est alors remplacée par l'université de Munich, qui devient rapidement « l'une des plus grandes d'Allemagne, à côté de Berlin et Leipzig » selon Toepell, 1996, p. 124 (notre traduction).

Il y a donc deux changements principaux par rapport à la période précédente : les seuls enseignants sont des professeurs ordinaires, tandis que l'ordinariat de physique s'éloigne des mathématiques. L'ordonnance de 1802 est scrupuleusement respectée, puisqu'il n'y a pas de nouveau professeur extraordinaire durant cette période. Il n'y a pas non plus de *Privatozenten* en mathématiques, à l'exception de ceux qui avaient commencé leur activité durant la période précédente, comme C.S. Ouvrier. La traduction la plus immédiate est donc une diminution radicale du nombre de cours proposés. Celui-ci était en moyenne de 24 par semestre sur la période 1795-1799 et de 20 par semestre entre 1800 et 1804. Sur la période 1810-1824, ce nombre chute à environ 5 par semestre, ce qui découle directement de la diminution du nombre d'enseignants (le nombre de cours en valeur absolue est présenté dans l'annexe K.3, p. 489). Cette baisse quantitative demande cependant à être étudiée de manière qualitative, d'autant plus que l'on a assisté à un remplacement des professeurs des trois chaires - mathématiques, physique et astronomie - autrefois impliquées dans l'enseignement des mathématiques.

La chaire de physique était avec C.F. Hindenburg devenue une sorte de seconde chaire de mathématiques. Cette situation change avec C.S. Weiß et son successeur, Ludwig Wilhelm Gilbert (1769-1824). Weiß, candidat malheureux à la chaire de mathématiques de Wittenberg en 1805, obtient en 1809 la chaire de physique de l'université de Leipzig. Il n'y enseigne pas les mathématiques, mais la minéralogie, la chimie et les sciences physiques liées (galvanisme, étude de la chaleur), avant d'être nommé en 1810 à la nouvelle université de Berlin. La faculté de philosophie recrute alors L.W. Gilbert, qui, sans être saxon d'origine, possède de forts liens avec la Saxe. Né à Berlin en 1769, il a étudié les sciences physiques et mathématiques à l'université de Halle, où il devient *Privatdozent* en 1795, puis professeur ordinaire en 1801. Il reçoit un prix de la Société Jablonovia de l'université de Leipzig au début des années 1790 sur le thème de la *Géométrie et du calcul de position*[220]. Cet écrit sert de base à sa thèse de 1794 intitulée *De la nature, l'état et l'histoire de la* mathesis prima *ou* mathesis universalis (*De natura, constitutione et historia Matheseos primae vel universalis*), où il se livre à une réflexion sur les liens entre mathématiques et philosophie. Il y postule l'existence d'une *mathesis prima*, science de la grandeur en général, sur laquelle se fondent les mathématiques. L'essentiel de son travail est de montrer que cette *mathesis prima* est une partie de la philosophie et de clarifier les rapports entre cette discipline, la philosophie et la philosophie des mathématiques[221]. Son recrutement en 1811 est le signe que les mathématiques saxonnes,

220. ALZ, octobre 1796, num. 325, pp. 142-144. On ne trouve pas mention de cette question dans les comptes rendus de la société, mais ceux-ci sont très lacunaires sur cette période. Voir également sa notice biographique p. 499.

221. Gilbert, 1795, p. 53, « *Caput III. De quastione utrum mathesis prima sit pars matheseos an philosophiae* ». Comparant la *mathesis prima* et la *mathesis universalis*, L.W. Gilbert refuse d'ailleurs l'idée d'une *mathesis universalis* et cherche dans le chapitre 5 à remplacer cette notion par celle qu'il vient d'introduire (pp. 72 sqq).

au début des années 1810, ne sont pas une discipline indépendante [222]. Tout d'abord sa thèse oscille entre mathématiques et philosophie, ce qui est habituel à l'époque, mais affirme clairement que les premières doivent être fondées sur la seconde. De plus, l'ensemble des sciences physiques, à partir du moment où elles font appel à la mesure ou même seulement au concept de grandeur, sont *de facto* des sciences mathématiques. Ces réflexions sur les liens entre mathématiques, sciences de la mesure et philosophie se retrouveront plus tard dans la tradition des mathématiques appliquées qui se développe à Leipzig à partir de la fin des années 1820. En ce qui concerne l'enseignement, L.W. Gilbert abandonne complètement les mathématiques pour se préoccuper uniquement de sciences physiques, galvanisme, étude de la chaleur et minéralogie. Les seuls cours de mathématiques qu'il propose dans les années 1810 sont des cours d'optique.

Les cours de mathématiques à l'université de Leipzig se résument donc aux enseignements de K.B. Mollweide et d'A.F. Möbius. Sur les quinze années où Mollweide enseigne, il propose en moyenne quatre cours par semestre, uniquement en mathématiques élémentaires et en astronomie. Le semestre d'été 1814 est assez représentatif de son activité de professeur : Mollweide annonce dans le programme universitaire les cours publics « encyclopédie mathématique » et « trigonométrie plane et sphérique ». Il propose ensuite en cours privés un cours de mathématiques pures élémentaires consacré à l'arithmétique et à la trigonométrie, d'après le manuel de J.F. Lorenz, ainsi qu'un cours balayant l'ensemble des mathématiques appliquées, pour lequel il utilise un abrégé des *Éléments* de mathématiques de W.J.G. Karsten [223]. Il assure également un cours introductif d'astronomie dans lequel il expose le principe des éclipses des corps célestes. Décrivant au début des années 1830 l'état des mathématiques universitaires, voici le tableau que M.W. Drobisch - qui est alors un étudiant de Mollweide - peint de ces enseignements :

> « Nous pouvons encore mentionner le fait que, pendant les quatre années [1820-1823] durant lesquelles l'auteur a suivi les enseignements de son excellent professeur et prédécesseur Mollweide, avec lequel il est loin de vouloir se comparer en aucune manière, aucun exposé ne fut tenu sur les sciences [...] qui sont à compter parmi les hautes mathématiques, et qu'au contraire les cours ne dépassèrent jamais l'algèbre, la trigonométrie sphérique, le traitement trigonométrico-algébrique des coniques et une présentation élémentaire de la statique et de la mécanique. » [224]

222. Son dossier personnel à l'université de Leipzig (UAL - PA 503) n'éclaire malheureusement pas les raisons pour lesquelles il a été recruté. Il semble cependant clair qu'il est choisi pour développer la physique, et en particulier la physique expérimentale, puisqu'il demande et obtient un nouveau laboratoire.

223. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'été 1814. Les manuels cités sont Lorenz, 1785 et Karsten, 1781. Il est alors le seul professeur à enseigner les mathématiques, avec le *Privatdozent* Ouvrier qui propose un cours privé de mathématiques pures.

224. Drobisch, 1832, pp. 72-73 : « *Hierbei dürfen wir noch die Tatsache erwähnen, dass während der vier Jahre, dass der Verfasser die Vorlesungen seines vortrefflichen Lehrers und Vorgängers Mollweide, mit dem in irgend einer Hinsicht sich vergleichen zu wollen er weit entfernt ist, besuchte, auch nicht über eine einzige*

Durant ces quinze années, Mollweide n'a ainsi proposé que quatre cours de calcul différentiel et intégral, ce qui semble confirmer les témoignages de ses étudiants [225]. Il se place ainsi dans la tradition universitaire du XVIII^{e} siècle, où le professeur n'a pas comme objectif de former de futurs mathématiciens mais uniquement de dispenser un enseignement généraliste. De 1808 à 1824, les enseignements en mathématiques supérieures représentent toujours moins d'un quart du total des cours, alors même que leur nombre a considérablement diminué (voir annexes K.1-K.2, pp. 487-488). Il s'agit principalement de cours d'algèbre ou d'étude des coniques, les cours de géométrie analytique moderne ou d'analyse supérieure étant absents. Si Mollweide propose des enseignements de faible niveau et se cantonne le plus souvent aux seules mathématiques pures élémentaires, ce n'est ni par mauvaise volonté, ni par manque de compétences. Il lui semble nécessaire d'assurer une formation initiale à des élèves dont le bagage mathématique est très réduit, tandis que les exposés encyclopédiques et populaires sont un moyen efficace pour intéresser les étudiants. Or la discipline paraît avoir souffert à cette époque d'une désaffection sans précédent à l'université de Leipzig. Dans les années 1810, lorsque A.F. Möbius commence à enseigner, il a également très peu de succès, alors même qu'il n'y a que peu d'enseignements dans cette discipline. Il écrit en 1815 à sa mère :

> « J'ai proposé un certain nombre [de cours], et cependant un seul de tous a eu lieu, et il s'agissait encore de celui que j'avais annoncé gratuit. Il ne s'est trouvé pour les autres pas le moindre auditeur. Mais dans ce seul cours j'en ai tout de même huit et c'est bien toujours suffisant, pour un débutant et pour un cours de mathématiques. » [226]

Il n'est pas possible de croiser ce témoignage avec le programme de l'université pour le semestre correspondant puisque la première mention d'un enseignement de Möbius se trouve

---

der Wissenschaften, die [...] *zu höhern Mathematik gerechnet worden sind, ein Collegium zu Stande kam, sondern der Unterricht nie über Algebra, sphärische Trigonometrie, algebraisch-trigonometrische Behandlung der Kegelschnitte und elementare Darstellung der Statik und Mechanik hinausging.* »

225. UBL - Vorlesungsverzeichnisse. Il s'agit du semestre d'été 1817, « *Analysis des Endlichen u. Unendlichen* » (*privatissime*) ; du semestre d'été 1820, « *Arithmetik und Geometrie und Anfangsgründe der höhern Analysis* » ; du semestre d'hiver 1821-1822, « *Anfangsgründe der höhern Analysis* » et du semestre d'hiver 1822-1823, « *über höhere Analysis* ». Aucun de ces cours n'est public, et l'insistance sur l'approche élémentaire (*Anfangsgründe*) suggère qu'il ne s'agissait que d'une introduction à la discipline. De plus, trois de ces enseignements auraient dû avoir lieu pendant la période où Drobisch étudiait à l'université, or celui-ci indique explicitement qu'aucun cours de ce type n'a eu lieu (*zu Stande kam*). Il est peu probable qu'ils aient été annulés faute d'étudiants : il y avait au moins Drobisch, Traugott Müller (1797-1862) jusqu'en 1822, ainsi que les deux frères C.A. et C.F. Naumann. Nous en déduisons que les titres des enseignements constituaient pour Mollweide une borne supérieure et non pas le contenu effectif du cours.

226. Loh, 1995, p. 21, citant une lettre du 4 juin 1815 de A.F. Möbius à sa mère : « *Ich habe deren eine ziemliche Anzahl festgesetzt, allein nur eine einzige von allen ist zu Stande gekommen, und noch dazu diejenige, welche ich unentgeldlich angekündigt hatte. Zu den übrigen fand sich nicht ein einziger Zuhörer. Aber in jener einzigen habe ich deren doch gegen achte und das ist für einen Anfänger und ein mathematisches Collegium doch immer genug.* » Une explication possible pour ce manque de fréquentation peut également venir de ce que ses premiers enseignements ne sont pas annoncés dans le programme universitaire.

au semestre suivant : il propose alors un cours de théorie des coniques, gratuitement deux heures par semaine, un cours privé de mécanique élémentaire, et un *privatissime* sur les éléments d'analyse supérieure. Sur les sept cours proposés à Leipzig ce semestre-là un seul fait appel aux mathématiques supérieures. L'indice de fréquentation donné par Möbius est lui aussi révélateur de l'état de la discipline : huit étudiants sont apparemment un chiffre correct pour un enseignement de mathématiques (*mathematisches Collegium*), même lorsque celui-ci est gratuit. Autre indice du peu d'intérêt pour les mathématiques à cette époque, un témoignage d'un ancien étudiant sur les enseignements de Möbius dans les années 1820, expliquant que le professeur « n'interrompait par exemple jamais un cours à part pour cause de maladie ; y compris lorsque ses étudiants étaient tous absents à l'exception d'un ou deux, ou bien lorsqu'ils ne venaient pas du tout, il poursuivait sa tâche et continuait à l'heure suivante » [227]. Les enseignements de mathématiques n'ont donc à l'époque que peu d'étudiants, dont l'assiduité semble être assez faible malgré les efforts des professeurs. À l'université de Leipzig, l'idée d'enseigner régulièrement les mathématiques supérieures comme discipline autonome n'a pas encore fait son chemin, et ne le fera pas avant qu'un cursus (*Studiengang*) de mathématiques ne soit mis en place. Au milieu des années 1820, le rôle d'un professeur d'université reste principalement l'enseignement des mathématiques pures élémentaires, dans la mesure où elles sont nécessaires pour la compréhension des autres disciplines académiques. Dans le manuel d'arithmétique politique et juridique de Karl Christian von Langsdorf, professeur à l'université d'Heidelberg, que M.W. Drobisch utilise au semestre d'été 1826, on peut voir cette étrange définition de la tâche du professeur de mathématiques à l'université :

> « Le jeune homme à qui il importe sérieusement d'être utile à sa patrie en étant un jour un commerçant utile, est bien mal conseillé si on lui remplit la tête, du haut d'une chaire, avec de vaines spéculations [...], si l'enseignant de mathématiques ne lui fait pas connaître de près les limites à l'intérieur desquelles les connaissances mathématiques peuvent lui être utiles et importantes dans sa gestion future. S'il donne plutôt l'impression qu'une connaissance complète de la théorie des équations supérieures, des suites et de choses semblables, du calcul différentiel et intégral et de la géométrie supérieure est hautement importante pour les affaires, le professeur ne fait pas consciencieusement son travail, ou du moins pas avec discernement. On ne doit pas écourter encore plus le bref parcours universitaire d'un étudiant, on ne doit pas le priver d'heures qui pourraient être utilisées pour l'obtention de connaissances plus utiles. » [228]

227. Loh, 1995, p. 28 : « *er setzte z.B. nie anders als im Krankenfalle eine Vorlesung aus, ja selbst wenn seine Studenten bis auf 1 oder 2 in einer Stunde fortblieben oder gar nicht kamen, nahm er das Pensum durch und ging in der nächsten Stunde weiter* ».

228. Langsdorf, 1810, pp. viii-ix : « *Der junge Mann, dem es im Ernste darum zu thun ist, einst als brauchbarer Geschäftsmann seinem Vaterlande nützlich zu werden, ist übel berathen, wenn man ihm vom Katheder herab den Kopf mit leeren Spekulationen anfüllt* [...] *wenn nun der Lehrer der Mathematik ihn nicht selbst näher mit den Gränzen bekannt macht, innerhalb welchen ihm mathematische Kenntnisse bei künftigen Geschäftsführungen nützlich und wichtig werden können ; wenn dieser vielmehr die Miene annimmt, als sey*

A.F. Möbius, K.B. Mollweide, de grands mathématiciens isolés ?

Il serait tentant, d'après l'analyse que nous venons de faire, de considérer Möbius et Mollweide comme deux mathématiciens incompris, victimes du manque d'implication de la faculté de philosophie dans le développement de la discipline, ainsi que du faible intérêt de la part des étudiants. Il est nécessaire de nuancer cette vision, d'une part en replaçant ces deux hommes dans le milieu des mathématiques allemandes de leur époque, et ensuite en constatant que la séparation entre enseignement et recherche est alors la norme. Cela permet de résoudre cette contradiction apparente qu'il y a à voir un mathématicien reconnu se cantonner à l'enseignement des mathématiques les plus élémentaires. Bien que son comportement soit à l'époque parfaitement commun et rationnel, Mollweide a en effet été présenté rétrospectivement par certains biographes comme un professeur illuminé :

> « Une véritable marotte, car on ne pourra pas décrire autrement son parti-pris, entraîna M[ollweide] à ne jamais proposer de cours sur l'analyse supérieure et sur le calcul différentiel et intégral [...]. Cette étrangeté est d'autant plus remarquable, que l'on acquiert par la lecture des écrits de Mollweide la conviction qu'il maîtrisait l'ensemble du domaine des hautes mathématiques à un niveau inhabituellement élevé. » [229]

La célébrité relative dont jouit aujourd'hui K.B. Mollweide est due à deux innovations qui lui sont attribuées. La première est la projection cartographique elliptique portant son nom, couramment utilisée de nos jours, qui a pour particularité de refléter fidèlement les aires des pays. La seconde sont les équations trigonométriques qui portent également son nom [230]. Ces recherches sont publiées respectivement en 1805 et en 1808, c'est-à-dire alors qu'il est encore enseignant au *Pädagogium* de Halle. Si l'on place ces travaux aujourd'hui reconnus dans une perspective de recherche, on a effectivement l'impression d'un savant bridé dans une université en crise et incapable de faire reconnaître sa valeur. Mais cette vision se révèle

eine umfassende Kenntniß der Lehre von den höheren Gleichungen, von den Reihen u.d.gl. die Differential- und Integralrechnung und höhere Geometrie für denselben höchst wichtig, so geht nach meiner Ueberzeugung der akademische Lehrer nicht gewissenhaft zu Werk, wenigstens nicht mit Einsicht. Dem akademischen Jünglinge muß die kurze akademische Laufbahn nicht durch unnöthigen Zeitaufwand noch mehr abgekürzt, ihm nicht Stunden entzogen werden, die er zur Erwerbung nützlicherer Kenntnisse verwenden könnte. » Voir UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'été 1826 : « *juristische Arithmetik, 4 t. in zu best. St. nach Langsdorfs arithm. Abhandlungen über juristische, staats- u. forstwissenschaftliche Fragen (Heidelberg 1810)* ».

229. ADB, vol. 22, 1885, p. 152 : « *Eine eigenthümliche Marotte, denn anders wird man diese seine Meinung nicht bezeichnen können, veranlaßte M., niemals über höhere Analysis, über Differential- und Integralrechnung, ein Colleg anzukündigen* [...]. *Es erscheint diese Sonderbarkeit gewiß um so auffallender, wenn man aus der Lectüre von Mollweide's Schriften die Überzeugung gewonnen hat, daß er das gesammte Gebiet der höheren Mathematik in ungewöhnlich höhem Grade beherrschte.* »

230. Les formules sont les suivantes : $\frac{sin(\frac{1}{2}(A-B))}{cos(\frac{1}{2}C)} = \frac{a-b}{c}$ et $\frac{cos(\frac{1}{2}(A-B))}{sin(\frac{1}{2}C)} = \frac{a+b}{c}$ où A, B, C sont les trois angles opposés aux côtés a, b, c. Elles sont publiées dans le journal d'astronomie de F.X. von Zach, MC, vol. 18, 1808, pp. 394-400, et ont rencontré un certain succès car elles permettent aisément de vérifier la résolution d'un triangle. Comme elles font intervenir l'ensemble des données, côtés et angles, elles rendent en effet toute erreur visible.

très rapidement anachronique. D'une part ces travaux ont été rédigés avant sa nomination à Leipzig ; comme cette université est à l'époque l'une des plus prestigieuses d'Allemagne, le départ de Mollweide du *Pädagogium* de Halle s'apparente à une promotion. Le point le plus important est cependant que ces travaux ne se placent pas dans une perspective de recherche mathématique. Les formules trigonométriques qui portent son nom remontent au moins à Newton et ont été découvertes plusieurs fois indépendamment, Mollweide lui-même faisant explicitement référence à Antonio Cagnoli (1746-1816). Il cherche seulement dans son article à attirer l'attention sur ces « théorèmes élégants, qui ne devraient pas manquer dans un système complet de trigonométrie » [231]. Mollweide présente donc ces formules avant tout dans un but pédagogique et ne prétend pas avoir réalisé la moindre découverte.

Il en est de même pour ses travaux en géographie mathématique, pour lequels il ne revendique nullement une innovation quelconque. Ceux-ci sont présentés dans le cadre d'une série de contributions qu'il consacre aux projections cartographiques, et en particulier à celles qui respectent la surface réelle des pays (ce qui est le cas de la projection de Mollweide) et les distances (ce qui n'est pas le cas). Le premier article, non signé, dans lequel il introduit ses résultats, est intitulé « Sur la projection de l'hémisphère donnée par le professeur Schmidt de Giessen dans la deuxième section de son manuel de sciences naturelles page 595 », et publié dans le journal de F.X. von Zach [232]. Il cherche là encore à montrer la continuité de son travail, qu'il présente comme une simple modification (*Abänderung*) de celui de ses prédécesseurs. Ce n'est qu'une cinquantaine d'années plus tard, une fois la projection popularisée notamment par Jacques Babinet (1794-1872), que Mollweide sera *a posteriori* considéré comme un contributeur de premier plan à l'histoire de la géographie mathématique. En 1805, il se contente pour sa part de souligner que la simplicité de sa méthode en fait un atout pour l'enseignement de la géographie aux plus jeunes, signalant une fois de plus un intérêt avant tout pédagogique : « je sais d'expérience à quel point il est difficile d'enseigner aux enfants [*Kindern*] une idée correcte de ce qu'est une carte » [233]. On peut enfin relever que Mollweide considère la projection du mathématicien Rigobert Bonne (1727-1795) comme plus correcte, car elle conserve mieux les distances : il n'hésite pas à « recommander [...] aux cartographes d'utiliser plus souvent la méthode cartographique de Bonne, qui donne également la distance des lieux assez exactement au moyen d'une seule et unique échelle

231. MC, vol. 18, 1808, p. 396 : « *elegante Sätze, welche in einem vollständigen System der Trigonometrie nicht fehlen sollten* ».

232. MC, vol. 12, 1805, pp. 152-163, « Über die vom Prof. Schmidt in Giessen in der zweyten Abtheilung seines Handbuchs der Naturlehre s. 595 angegebene Projection der Halbkugelfläche ». Il indique dans une contribution ultérieure (MC, vol. 16, 1807, p. 210) qu'il est bien l'auteur de cet article. Les autres articles de cette série sont « Beweis, dass die Bonne'sche Entwerfungsart die Länder ihrem Flächeninhalte auf der Kugelfläche gemäss darstellt » (MC, vol. 13, 1806, pp. 144-210) et « Einige Projektionsarten der sphäroidischen Erde » (MC, vol. 16, 1807, pp. 197-210). Ce dernier article est parfois mentionné de manière erronée comme première introduction de la projection de Mollweide.

233. MC, vol. 12, 1805, p. 162 : « *ich aus Erfahrung weiss, wie schwer es ist, Kindern richtige Begriffe von einer Karte beyzubringen* ».

droite. »[234]

Sans nier l'intérêt ni la portée de ces travaux, il est donc indéniable que leur auteur ne considère pas la recherche de nouveaux résultats comme un but en soi. Mollweide ne distingue pas non plus ce qui relèverait d'une « recherche scientifique » d'une part, et ce qui tiendrait plutôt d'une transmission de connaissance de l'autre, puisque les deux aspects se confondent dans ses articles. Comme cela est encore courant au début du XIXe siècle, il n'existe pas un lien clair et continu entre ses publications successives, qui abordent une multitude de sujets appartenant aux diverses parties des mathématiques. Ses publications sont loin de se limiter à l'intitulé de la chaire qu'il occupe, ou au contenu des enseignements qu'il propose. K.B. Mollweide va ainsi publier en 1816 un ouvrage sur les carrés magiques, en 1821 des tables de logarithmes, ou bien en 1823 une réflexion sur le calcul des annuités[235]. Il s'inscrit volontiers dans le milieu mathématique de son époque et poursuit par exemple l'édition du dictionnaire de mathématiques pures de G.S. Klügel[236]. Il publie également le septième tome du cours de mathématiques de W.J.G. Karsten consacré à l'optique, ainsi qu'une version allemande des *Éléments* d'Euclide. Ce sont ces travaux, bien plus que les innovations pour lesquelles il est aujourd'hui célèbre, qui lui assurent de son vivant une reconnaissance académique. Bien qu'il s'intéresse à l'astronomie, dont il est pendant plusieurs années professeur extraordinaire, il ne pense pas qu'il soit nécessaire de réaménager l'observatoire pourtant vétuste. Selon lui, l'université n'est de toute façon pas le lieu où est censée se dérouler la recherche scientifique. Il explique ainsi que « le premier but d'un observatoire académique, qui est de diffuser les connaissances astronomiques parmi les étudiants, peut aussi être atteint en conservant l'aménagement actuel »[237]. Durant la période où il assure le professorat d'astronomie, l'observatoire ne sera pas rénové, si bien qu'il faut attendre l'arrivée de Möbius pour que la situation évolue. Les travaux commencent en 1818 et se terminent en 1821 ; à partir de 1823, les programmes universitaires annoncent des cours d'astronomie organisés le soir, ce qui suggère qu'il y a alors observation directe et utilisation des instruments.

La situation de Möbius est différente, car il appartient à la génération suivante et

234. MC, vol. 13, 1806, p. 145 : « *Landkartenzeichner* [...] *die Bonne'sche Entwerfungsart, welche auch die Distanzen der Oerter vermittelst eines und desselben geradlinigen Massstabes ziemlich genau gibt, zu öfterer Anwendung zu empfehlen.* »

235. *De quadratis magicis commentatio* (Leipzig, Cnobloch, 1816), *Logarithmische Tafeln für die Zahlen, Sinus und Tangenten* (Leipzig, Barth, 1821), *Formularum valorem praesentem pensionum annuarum computandi recognitio et dispunctio* (Leipzig, Universitätverlag, 1823). On peut noter que ces tables de logarithmes sont une réédition des tables publiées par M. von Prasse. Il s'agit probablement d'un moyen pour les professeurs de mathématiques d'augmenter un salaire jugé insuffisant, car les tables de logarithmes se vendent bien et demandent assez peu de travail.

236. Il publie en 1823 la quatrième partie de la première section - consacrée aux mathématiques pures - du *Mathematisches Wörterbuch* entamé par G.S. Klügel (Klügel, 1803-1808).

237. Cité dans Ilgauds et Münzel, 1995, p. 12 : « *daß der nächste Zweck einer academischen Sternwarte, welcher in der Verbreitung astronomischer Kenntnisse unter der Studirenden bestünde, auch dann erreicht werden könnte, wenn die bisherige Einrichtung im ganzen erhalten würde* ».

qu'il commence à enseigner en 1815, bien après Mollweide. De plus, sa longue carrière voit la discipline mathématique se transformer, puisqu'il travaillera à l'université de Leipzig sans interruption de 1815 à 1868. On observe comme pour Mollweide une dichotomie claire entre l'activité d'enseignement et les publications. Mais celles-ci ont chez lui un véritable caractère de recherche. Nous ne pouvons ici étudier l'ensemble de l'œuvre d'A.F. Möbius, d'autant qu'André Loh a déjà rédigé en 1995 une thèse biographique complète englobant le mathématicien et ses productions [238]. Jusqu'à la publication de son célèbre ouvrage *Le calcul barycentrique, une nouvelle ressource pour le traitement analytique de la géométrie, présenté et appliqué en particulier à la construction de nouvelles classes d'exercices et au développement de plusieurs propriétés des coniques* [239] en 1827, il semble avoir été assez peu en contact avec le milieu mathématique allemand hors de Saxe. Il consacre l'essentiel de son temps à se perfectionner en astronomie, à préparer ses enseignements de mathématiques, ainsi qu'à l'élaboration de cet ouvrage qui devait lui permettre de succéder à Mollweide. Sa reconnaissance en Allemagne vient de la publication du *Calcul barycentrique*, mais également de sa collaboration au journal de Crelle, dont il est l'un des principaux contributeurs avec 26 articles publiés [240]. La réaction du milieu mathématique allemand à la publication de son ouvrage est positive, en particulier de la part de Ferdinand Minding (1805-1885). Cet autre contributeur actif du journal de Crelle publie en 1830 un premier article sur la théorie des barycentres et, plus intéressant encore, l'enseigne à l'université de Berlin dès le semestre d'été 1831 [241]. À cette époque, la Prusse a cependant achevé la rénovation de son enseignement supérieur en mathématiques, alors qu'il est toujours impossible pour A.F. Möbius d'envisager une démarche similaire à Leipzig. De manière significative, le premier cours sur ce sujet à l'université de Leipzig n'aura lieu qu'au semestre d'été 1859, 27 ans après la publication de l'ouvrage [242]. Comparons maintenant l'enseignement des mathématiques dans le premier quart du XIX^e^ siècle en Prusse, Saxe et Bavière. Outre la question des enseignements proprement dits, c'est le rôle de l'Université dans la société allemande qui est bouleversé durant cette période, chaque État cherchant à inventer un nouveau modèle.

238. Loh, 1995. Il faut souligner que l'essentiel des documents personnels de Möbius, qui étaient contenus dans son dossier de l'université de Leipzig, ont été détruits suite aux bombardements du 4 décembre 1943. Les actes relatifs à l'évolution de sa carrière ont été conservés, mais sont essentiellement d'ordre administratif (UAL - PA 752).

239. Möbius, 1827. Le titre original est *Der barycentrische Calcul, ein neues Hülfsmittel zur analytischen Behandlung der Geometrie dargestellt und insbesondere auf die Bildung neuer Classen von Aufgaben und die Entwicklung mehrerer Eigenschaften der Kegelschnitte angewendet.*

240. Eccarius, 1974, p. 70.

241. Loh, 1995, p. 35.

242. Loh, 1995, p. 35. Möbius ne l'enseignera d'ailleurs que deux fois, au semestre d'été 1859 et au semestre d'hiver 1862.

L'absence de réforme du secondaire, un obstacle pour les mathématiques universitaires saxonnes

Les mouvements de réforme de l'enseignement supérieur allemand, qui occupent les premières décennies du XIXe siècle, ont déjà été étudiés en détail, en particulier concernant l'État prussien [243]. Les universités du sud du pays ne sont pas en reste, en particulier celles de Bavière, Landshut/Munich et Würzburg [244]. Il est intéressant de chercher à situer la Saxe et l'université de Leipzig par rapport à ces deux grands États allemands, qui adoptent chacun un modèle universitaire particulier. Nous pouvons commencer par remarquer que les circonstances et les chronologies sont semblables dans les trois États. On voit partout que des volontés de réformes de l'enseignement supérieur précèdent le désastre d'Iéna en 1806. Ainsi en Bavière le duc Maximilien IV (1756-1825) entame son règne par une réforme de l'université, dont la principale conséquence est le déplacement de l'université d'État d'Ingolstadt à Landshut, et l'arrivée d'un second professeur ordinaire de mathématiques [245]. En Prusse, on assiste à la création d'une Académie d'ingénieurs en 1788, d'artillerie en 1791, et de construction en 1799 [246]. En Saxe, outre les réformes de l'université entamées en 1802, on peut citer le projet d'Académie forestière évoqué à partir de 1799. Si la défaite face à la France a été un puissant facteur politique pour accélérer les réformes de l'enseignement technique et supérieur allemand, elle n'en est pas le déclencheur.

À partir de 1806, la période de turbulences qui touche l'ensemble de l'Allemagne amène des changements de politique scientifique, aussi bien dans les États provisoirement défaits comme la Prusse, que chez les vainqueurs du moment comme la Bavière, élevée au rang de royaume. En 1809, la Prusse cherche en vain à recruter Franz Volkmar Reinhard, chargé de réformer l'enseignement saxon, et confie ensuite la direction des réformes à Wilhelm von Humboldt (1767-1835). Il pose les bases d'un nouveau système supérieur, symbolisé par la création de l'université de Berlin en 1810, et contribue à imposer l'idée d'une nécessaire unité entre recherche et enseignement (*Einheit von Forschung und Lehre*). Dans un second temps, un examen est mis en place pour sélectionner les enseignants du secondaire, contenant une partie mathématique [247]. En Bavière, la première mesure prise est l'introduction en 1809 de l'*Abitur*, examen conditionnant l'entrée des étudiants à l'université, instauré en Prusse dès 1788 [248]. La Saxe participe dans un premier temps à ce mouvement général, mais la réforme universitaire entamée en 1802 est finalement stoppée, si bien que l'université de Leipzig reste

243. Biermann, 1959 ; Biermann, 1973 ; Eccarius, 1974, pp. 89-152 ; Schubring, 1991 ; Schubring, 1992 ; Begehr, 1998.

244. Sur l'université de Landshut/Munich, voir Toepell, 1996, sur Würzburg, voir Vollrath, 2010.

245. Toepell, 1996, pp. 108-109 et Jeismann et Lundgreen, 1987, p. 227.

246. Jahnke, 1990, pp. 1-14 et Knobloch, 1998.

247. Voir à ce sujet Schubring, 1991 [1983] et Jahnke, 1990. L'édit est introduit le 12 juillet 1819 et s'intitule *Edikt, betreffend die Einführung einer allgemeinen Prüfung der Schulamtskandidaten.*

248. Originellement, cet examen ne conditionne que certains privilèges financiers. Voir Schubring, 1991 [1983] et Toepell, 1996, p. 119.

régie par sa constitution séculaire ; la mort de F.V. Reinhard stoppe également l'évolution de l'enseignement secondaire, où le règlement de 1773 reste en vigueur. Un mouvement général dans les États allemands est cependant la réduction du nombre des universités, qui passe de 35 en 1789 à 20 au milieu du XIXe siècle, avec en parallèle une augmentation du nombre moyen d'étudiants par établissement [249]. La Prusse perd en 1806 six de ses neuf universités, ne conservant que Breslau, Francfort-sur-l'Oder et Königsberg, ce qui provoque justement la fondation de l'université de Berlin [250]. La Bavière ferme les universités de Bamberg en 1803 et d'Altdorf en 1809, tandis que la Saxe perd l'université de Wittenberg en 1814. On va alors observer, partout sauf en Saxe, des mutations profondes de l'enseignement supérieur, en particulier de la faculté de philosophie.

En Prusse, les résultats des réformes dans le domaine de l'enseignement des mathématiques sont dans un premier temps très maigres. L'université de Berlin, comme celle de Leipzig, tente en vain d'attirer Gauß, le mathématicien le plus célèbre d'Allemagne. Celui-ci refuse la place de professeur, mais devient néanmoins membre correspondant de l'Académie des sciences. L'absence de professeurs renommés et le désintérêt pour les mathématiques, qui ne semblent alors pas offrir de professions aux étudiants, ont de lourdes conséquences sur la popularité de la discipline. Alors même que l'université de Berlin s'impose rapidement comme la première université d'Allemagne, « la fréquentation des cours de mathématiques de cette université est très négligée par les étudiants » [251]. Dans un premier temps, l'établissement ne se distingue pas, concernant cette discipline, des autres universités allemandes : en raison de faibles salaires, la plupart des professeurs enseignent en même temps dans d'autres écoles de la ville. Bien qu'il y ait à Berlin deux ordinariats consacrés aux mathématiques, ainsi que plusieurs professeurs extraordinaires, « la grande majorité des professeurs de mathématiques [prussiens] orientaient leurs enseignements et leurs publications dans le sens des mathématiques élémentaires traditionnelles » [252].

Il faut attendre le milieu des années 1820 pour que deux mathématiciens brillants entament la rénovation des mathématiques prussiennes, Carl Gustav Jakob Jacobi (1804-1851) et Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805-1859). Ils sont encouragés par deux conseillers

249. Eulenburg, 1994 [1904], pp. 181-188 et Jeismann et Lundgreen, 1987, pp. 221-229. Le nombre d'universités est en fait réduit à 18, nombre auquel il faut ajouter les deux nouvelles universités de Berlin (1810) et Bonn (1818). Sur l'histoire des mathématiques dans chaque établissement supérieur en particulier, pour lesquels les chronologies et les contextes politiques locaux peuvent varier, nous renvoyons à Scharlau, 1990.

250. L'université de Halle est momentanément fermée par Napoléon. Elle rouvre sous contrôle prussien en 1817, fusionnée avec celle de Wittenberg.

251. Biermann, 1973, p. 11 (notre traduction).

252. Schubring, 1992, p. 652 (notre traduction). Dans les années 1820, les professeurs ordinaires de mathématiques sont Enno Dirksen (1792-1850) et Jabbo Oltmann (1783-1833). Pour une biographie des nombreux mathématiciens ayant enseigné à Berlin dans la période 1810-1830, voir Biermann, 1973, pp. 11-18.

du gouvernement saxon, A.L. Crelle et A. von Humboldt (1769-1859) [253]. Ces deux personnages vont complètement réorganiser, avec l'aval du gouvernement, l'enseignement supérieur scientifique en général et celui des mathématiques en particulier [254]. En 1837, A. von Humboldt résume dans une lettre au ministre les réalisations de la politique scientifique prussienne, qui a su « fonder à Berlin une école chimique, à Königsberg une haute école mathématique et à Greifswald une école économique. Cet accomplissement est quelque chose de grand et de monumental dans votre administration » [255]. Le développement des mathématiques pures en Prusse est donc tout sauf inné et naturel : il est le résultat d'une politique scientifique soutenue par le gouvernement et coordonnée par deux personnalités talentueuses. Il faut encore ajouter la création par Crelle d'un journal spécialisé dans les mathématiques pures en 1826, le *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, qui sert à diffuser cette vision de la discipline dans le reste de l'Allemagne et en Europe [256]. Cette politique portée à bout de bras par von Humboldt et Crelle aboutit à un essor exceptionnel des mathématiques pures dans les universités de Königsberg, Berlin, et dans une moindre mesure Halle et Bonn. Ce choix politique s'effectue néanmoins au détriment du développement d'un autre type de mathématiques. Si l'université et l'Académie des sciences travaillent de concert et sont correctement financées, ce n'est pas le cas des établissements techniques. En effet, les Académies des mines, d'ingénierie militaire et de construction, sont négligées du point de vue scientifique ; elles ne possèdent pas d'enseignants fixes et le niveau y dépasse rarement les mathématiques les plus élémentaires [257]. Parmi les conséquences indirectes sur l'enseignement technique de l'orientation des mathématiques prussiennes, la plus notable est l'échec du projet d'école polytechnique à Berlin. L'idée d'une réforme de l'enseignement supérieur technique commence dans les années 1810. Pas moins de cinq plans, soutenus notamment par A. von Humboldt et A.L. Crelle, seront proposés jusqu'en 1845, et tous échoueront [258]. Le choix du gouvernement de privilégier les mathématiques pures et l'institution universitaire, notamment pour la formation des enseignants de mathématiques du secondaire, prive les écoles techniques de ressources. Ainsi l'école militaire demande en

253. Sur P.G.L. Dirichlet et le rôle d'A. von Humboldt dans sa carrière, voir Schubring, 1984.

254. Voir sur A.L. Crelle, Eccarius, 1974, et sur A. von Humboldt, Biermann, 1959.

255. Biermann, 1985, lettre du 5 octobre 1837, p. 50 : « *in Berlin eine chemische, in Königsberg eine hohe mathematische, in Greifswald eine ökonomische Schule zu gründen. Dieses Gelingen ist etwas Monumentales und Großes in ihrer Verwaltung* ».

256. Sur la genèse et l'influence du journal de Crelle, voir Eccarius, 1974, pp. 40-88.

257. Eccarius, 1974, y fait allusion, soulignant que « le développement [des mathématiques] n'avança pas de manière aussi brillante dans les établissements techniques du vivant de Crelle » (p. 92, notre traduction). Voir également à ce propos Knobloch, 1998, qui affirme que « la fondation en 1810 de l'université de Berlin agit de manière négative sur l'enseignement de l'Académie des mines » (p. 521, notre traduction).

258. Sur ce sujet, l'article de référence est Schubring, 1981. En 1817, un des professeurs de mathématiques de l'université de Berlin, J.G. Tralles (1763-1822), est chargé de proposer un plan qui sera refusé. Un second projet, porté à partir de 1823 par l'un des fonctionnaires du ministère, Johannes Schulze, conclut à la nécessité d'un institut polytechnique mais échoue également. Les efforts combinés d'A. von Humboldt et A.L. Crelle en 1828 n'arriveront pas à un meilleur résultat. J. Schulze et A.L. Crelle tentent de relancer le projet de 1832 à 1835, puis C.G.J. Jacobi de 1844 à 1850, en vain.

1826 à ce que l'enseignement des mathématiques soit confié non plus à des officiers, mais à des répétiteurs. Le gouvernement refuse et « l'enseignement scientifique de l'école dégénéra rapidement » [259].

Le système universitaire bavarois, qui se distingue par certains aspects de son équivalent prussien, possède un point commun fondamental avec lui. L'université est dans les deux cas chargée de former les enseignant du secondaire en mathématiques. Dès 1811, il existe un examen universitaire chargé de vérifier les compétences des futurs enseignants. Ce système est différencié selon les matières et rend donc nécessaire l'existence d'un cursus spécifique de mathématiques [260]. Ce lien étroit entre l'enseignement secondaire des mathématiques et le système universitaire a une influence profonde sur l'évolution des mathématiques en Bavière : « en particulier, la formation des professeurs a constitué le véritable fonds de commerce de l'enseignement des mathématiques dans les universités de 1808 jusque vers le milieu des années 1820. Sans les étudiants se destinant à l'enseignement, la formation mathématique se serait développée de manière bien plus modeste et aussi probablement dans une direction plus technique » [261]. Le fait de cultiver les mathématiques universitaires pour l'enseignement secondaire de cette discipline, et non plus uniquement pour préparer aux facultés supérieures de droit, médecine et théologie, a particulièrement encouragé le développement des mathématiques pures. La même relation existe en Prusse, où la demande croissante en enseignants du secondaire en mathématiques dans les *Gymnasien* favorise l'apparition de cursus mathématiques et le développement scientifique de la discipline à l'université.

L'exemple saxon contribue à mettre en lumière, cette fois-ci en creux, l'importance du lien entre la formation des enseignants du secondaire et le développement des mathématiques universitaires. L'examen des futurs enseignants de mathématiques secondaires ne sera pas confié à l'université de Leipzig avant les années 1840, tandis qu'un séminaire de formation n'y sera créé qu'en 1881. On constate en parallèle que les mathématiques pures y sont moins développées qu'ailleurs. On peut comparer les enseignements de mathématiques dans les deux universités de Leipzig et Munich. Sur le semestre d'hiver 1826-1827, pour lequel M. Toepell reproduit le programme universitaire, onze cours de mathématiques sont proposés à Munich, assurés par cinq enseignants différents [262]. Il y a alors à l'université de Leipzig sept cours assurés par trois enseignants. Au-delà de cette différence quantitative peu significative, on remarque une certaine similarité dans les sujets : les deux institutions proposent un cours d'algèbre appliquée aux questions juridiques et plusieurs cours de mathématiques

259. Schubring, 1981, p. 164 (notre traduction).
260. Toepell, 1996, p. 118.
261. Toepell, 1996, pp. 119-120 (notre traduction).
262. Toepell, 1996, p. 110, p. 125, d'où sont tirées les informations sur l'université de Munich. Sur les programmes de l'université de Leipzig, voir UBL - Vorlesungsverzeichnisse aux années correspondantes.

élémentaires. On peut cependant remarquer qu'il y a à Munich plus de cours de haut niveau en mathématiques pures : analyse combinatoire, géométrie analytique et théorie des coniques. La différence devient significative si nous la plaçons dans une perspective historique. Si nous réalisons la même comparaison à la fin du XVIIIe siècle, période d'apogée des mathématiques saxonnes, on voit que les dynamiques dans les deux universités sont bien différentes. En 1799, 14 cours de mathématiques et sciences mathématiques ont lieu à l'université de Munich (alors basée à Landshut), soit 7 par semestre, et l'on voit donc une augmentation sensible sur la période 1799-1826 pour l'université bavaroise. La même année, Leipzig propose 51 cours de mathématiques, dont neuf sont consacrés aux mathématiques pures supérieures. Le nombre de 7 pour le semestre d'hiver 1826-1827 témoigne donc en Saxe d'une diminution conséquente de cet enseignement. Cette brusque diminution date de la fin de la première décennie du XIXe siècle ; elle est nettement visible sur les diagrammes K.1 et K.3 fournis en annexe (respectivement p. 487 et p. 489).

Notre comparaison entre trois des principales universités allemandes, situées dans trois États différents, aboutit aux conclusions suivantes. Premièrement, les mathématiques sont dans les années 1810 et 1820 moins représentées à Leipzig que dans les universités de Berlin et Munich, en dépit d'une taille globalement comparable. Bien que cette différence soit relativement modeste jusqu'à la fin des années 1820, où elle se creuse considérablement, elle est d'autant plus remarquable que l'université de Leipzig était à la fin du XVIIIe siècle le centre le plus important pour l'enseignement des mathématiques. Dans le premier quart du XIXe siècle, le niveau d'enseignement général des mathématiques universitaires est modeste dans toute l'Allemagne, mais Leipzig se signale par une absence presque totale des mathématiques pures supérieures. Si ces disciplines sont mieux représentées en Bavière et en Prusse, c'est en partie parce que l'université est chargée dans ces États de former les enseignants des écoles secondaires et que le niveau des enseignements y est donc ajusté. Pour autant, la hausse spectaculaire du niveau des mathématiques prussiennes est avant tout à rattacher à une politique scientifique volontaire qui va faire de cet État le centre des mathématiques pures européennes, au détriment des mathématiques appliquées et pratiques. En Saxe, l'université ne possède pas ce rôle de formation des enseignants du secondaire ; de plus, la politique scientifique est orientée vers les institutions techniques au détriment de l'université, ce qui donne une acuité particulière à la crise générale des mathématiques. Dans les années 1830, cela va cependant donner à l'université de Leipzig une liberté particulière, et lui permettre une série d'expérimentations dans le domaine des mathématiques appliquées aux sciences de la nature.

1.4 L'essor des mathématiques universitaires appliquées au milieu du XIX^{e} siècle

Au milieu des années 1820, l'université de Leipzig va connaître une seconde vague de disparitions brutales, qui aboutissent une nouvelle fois à un remplacement de l'essentiel des professeurs mathématiciens. En l'absence d'une politique scientifique favorable au développement des mathématiques, les initiatives des nouveaux professeurs n'auront certes qu'un impact limité avant le milieu de la décennie suivante. On assiste néanmoins à l'apparition d'une orientation pour la discipline mathématique différente du reste de l'Allemagne. Les universités prussiennes et bavaroises, portées comme on vient de le voir par la nouvelle tâche de former les enseignants des écoles secondaires en mathématiques, mettent l'accent sur l'aspect théorique et formel. Dans le même temps, les mathématiciens de l'université de Leipzig vont plutôt se rapprocher des sciences de la nature, tout en conservant un lien historiquement fort avec la philosophie.

1.4.1 Évolution du corps enseignant et réforme de l'enseignement universitaire

Au début de l'année 1824, le professeur de physique L.W. Gilbert meurt, et il est remplacé un an plus tard par Heinrich Wilhelm Brandes (1777-1834). Le 26 juillet 1824, le roi prend l'initiative et écrit au Sénat académique. Il exprime dans sa lettre très clairement l'orientation qu'il souhaite donner à l'ordinariat de physique, demandant de manière rhétorique « s'il ne serait pas approprié, pour occuper cette chaire, de prendre en compte à la fois la physique et en même temps la chimie et la technologie, en raison du développement des multiples activités des manufactures, des fabriques et autres. » [263] Le roi va cependant plus loin et propose, ce qui est tout à fait exceptionnel, une liste de quatre scientifiques, rédigeant de fait lui-même le manuscrit de dénomination [264]. La faculté de philosophie refuse naturellement que le roi empiète sur ses privilèges et rejette, dans une lettre datée du 14 août, tous les candidats proposés. Ils sont jugés peu compétents, certains n'ayant pas même étudié à l'université, d'autres étant trop spécialisés en chimie. En retour, les professeurs désignent Georg Wilhelm Munke (1772-1847), professeur de physique à l'université d'Heidel-

263. UAL - PA 339, lettre du 26 juillet 1824, p. 1r : « *ob nicht bey Besetzung dergleichen Professur, wegen des in den hiesigen Landes mehrfach betrieben werdenden Fabrik- und Manufaktur- Wesens und sonst, möchte der Physik zugleich auch Chemie und Technologie Rücksicht zu nehmen, angemessen ist.* »

264. UAL - PA 339, lettre du 26 juillet 1824, p. 1v. Ces quatre personnes sont Christoph Heinrich Pfaff (1772-1852), professeur ordinaire de chimie à l'université de Kiel, Karl Wilhelm Gottlob Kastner (1783-1857), professeur ordinaire de chimie et physique à Erlangen, ainsi que Gerlin à Tübingen et Rohr à Berlin, que nous n'avons pu identifier.

berg, comme candidat. Ils proposent également Carl Friedrich Naumann (1797-1873), ancien étudiant de l'Académie des mines de Freiberg et de l'université de Leipzig, pour un poste de professeur extraordinaire de minéralogie [265]. H.W. Brandes est mentionné dans une discussion écrite au sein de la faculté, préliminaire à la rédaction de la réponse, sans cependant figurer sur la lettre envoyée au roi.

La faculté prend soin de rappeler sa vision de la chaire ordinaire de physique : « aussi importantes que puissent être la chimie et la technologie pour les fabriques et manufactures de l'État », il ne faut pas choisir un professeur en fonction d'elles, car « une université doit considérer l'ensemble du périmètre de la science, d'autant plus que son but ne se réduit pas à la formation des gens du pays [*Inländer*] » [266]. La sélection du nouveau professeur de physique tourne donc au conflit sur le rôle de l'université. Le roi souhaiterait un établissement orienté vers l'intérêt économique et technologique de son État, tandis que la faculté défend farouchement son indépendance, ainsi qu'une recherche scientifique qui ne se réduit pas à des considérations politiques locales. La situation reste bloquée pendant plusieurs mois : le roi propose de nouveaux candidats extérieurs à la Saxe, tandis que la faculté répond qu'il vaudrait mieux choisir un *Privatdozent* de l'université, car choisir un étranger serait un mauvais signe pour les étudiants de Leipzig. Le doyen passe en revue l'ensemble des disciplines physiques, mathématiques et chimiques à la recherche de candidats, et va jusqu'à proposer Gustav Theodor Fechner (1801-1887) : « Monsieur *Fechner* s'est proposé à nous pour la place de mathématiques. Pourquoi ne pourrait-il pas plutôt être recommandé pour l'ordinariat de physique en même temps que Naumann ou Munke ? » [267]

La situation semble de nouveau bloquée, mais le changement de doyen de la faculté va permettre de relancer la piste de H.W. Brandes, contacté en avril 1825 [268]. Né en Basse-Saxe, près de Hambourg, dans une famille modeste, Brandes commence rapidement à travailler dans le génie hydraulique. Il parvient à étudier les mathématiques de 1796 à 1798 à l'université de Göttingen, et publie en 1799 un article de géométrie analytique dans le troisième journal de C.F. Hindenburg [269]. Il occupe ensuite un poste de fonctionnaire, responsable des digues et ouvrages hydrauliques, pour le duché d'Oldenburg. Il obtient un poste de professeur

265. Voir sa notice biographique p. 512.

266. UAL - PA 339, lettre du 14 août 1824 : « *wie wichtig auch Chemie und Technologie für die in hiesigen Landes befindliche Fabriken und Manufakturen seyn mögen* », « *einer Universität, die den gesammten Umfang der Wissenschaft um so mehr im Auge haben muss, als sie nicht bloss zur Bildung von Inländer zu seinem besondern Zweck da ist* ». H.W. Brandes est mentionné dans une discussion retranscrite le 3 août 1824 (voir le document portant cette date dans UAL - PA 339).

267. UAL - PA 339, lettre du 30 mars 1825 : « *Herr M.* Fechner *hat sich uns für die Stelle der Mathematik angeboten. Warum nicht aber konnte er vielleicht zugleich mit Naumann oder Munke der physischen Professur recommandiert werden ?* » C'est le doyen qui souligne.

268. La lettre se trouve dans le dossier de M.W. Drobisch, puisque les deux recrutements se font à la même période. Voir UAL - PA 417, lettre du 16 avril 1825.

269. Voir sa notice biographique p. 494. L'article se trouve dans ARAM, vol. 3, 1799, pp. 138-177, « Durchschnitte ebener Flächen mit Flächen der zweyten Ordnung ».

ordinaire de mathématiques à l'université de Breslau en 1811. Brandes est explicitement choisi par la faculté pour ses compétences théoriques, ce qui montre que l'université refuse l'orientation utilitariste que cherche le souverain. Quelques mois plus tard, Frédéric-Auguste Ier accepte néanmoins de le nommer à la chaire de physique, car il est perçu comme un compromis acceptable : il est d'une part professeur d'université, tout en ayant été dans le passé ingénieur dans le génie hydraulique. Il obtient un salaire de 700 talers annuels et une prime d'installation de 300 talers. Pour satisfaire la faculté de philosophie, qui demandait qu'un candidat local soit choisi, C.F. Naumann est nommé professeur extraordinaire de minéralogie, mais avec un salaire très faible de 300 talers [270].

M.W. Drobisch devient professeur de mathématiques

En 1825, alors que la chaire de physique est encore vacante, en raison du conflit entre la faculté de philosophie et le gouvernement saxon, le professeur de mathématiques K.B. Mollweide décède. Sa succession, qui aboutit au recrutement de Moritz Wilhelm Drobisch, est également le résultat d'un processus complexe, puisqu'il ne fait pas non plus partie du premier manuscrit de dénomination. En 1825, Drobisch est âgé d'à peine 23 ans ; il vient d'obtenir le titre de docteur et le statut de *Privatdozent* avec une thèse intitulée *Theoriae analyseos geometricae prolusio*. Originaire de Leipzig, il est élève à la *Nikolaischule* puis à l'école d'État de Grimma, avant d'étudier les mathématiques à l'université de Leipzig avec Mollweide [271]. Le 9 avril 1825, dans une lettre au roi, la faculté de philosophie propose trois mathématiciens pour le poste : Carl Friedrich Andreas Jacobi (1795-1855), Traugott Müller (1797-1862) et Christian Friedrich Kretschmar (1795- ?). Tous trois sont enseignants de mathématiques dans le secondaire, hors de Saxe mais dans l'aire culturelle saxonne, et les deux premiers ont étudié à l'université de Leipzig. Il faut noter que Möbius candidate lui aussi à ce poste afin d'obtenir une place plus élevée que celle qu'il occupe. La faculté refuse cependant sa candidature au motif qu'il est « déjà engagé comme professeur extraordinaire d'astronomie et responsable de l'observatoire, et que nous devrions souhaiter que cette place, où il serait très difficile à remplacer, lui soit conservée » [272]. La lettre se termine par la recommandation de « deux *Privatdozenten* de la présente université, M[agister] Gustav Theodor Fechner et M[agister] Moritz Wilhelm Drobisch, qui se sont plus particulièrement tournés vers l'enseignement des matières mathématiques et physiques », ajoutant que « Drobisch s'est rendu utile par ses enseignements sur les mathématiques fréquentés par de nombreux auditeurs, ainsi que par

270. Sur le choix final de Brandes, voir UAL - PA 339, lettre du 14 novembre 1825. Sur la candidature de Naumann au poste de professeur ordinaire de physique, et sa nomination au poste de professeur extraordinaire de minéralogie, voir UAL - PA 770, pp. 1r-3v. S'il est à ce moment *Privatdozent* à l'université d'Iéna, il a bien fait ses études à Leipzig.

271. Voir sa notice biographique p. 497.

272. UAL - PA 417, lettre du 9 avril 1825, p. 1r : « *schon als außerordentlicher Professor der Astronomie und Observator auf der hiesigen Sternwarte angestellt wäre und wir wünschen müßten, daß diese Stelle deren anderseits Besetzung sehr schwierig sein würde, ihm belassen werde* ».

des cours privés » [273].

Ce type de recommandation sert traditionnellement à obtenir un poste de professeur extraordinaire, ou bien à préparer favorablement une candidature ultérieure [274]. La succession de Mollweide est cependant retardée, car il apparaît que l'année suivante aucune décision n'a encore été prise. En 1826, Drobisch sollicite un poste de professeur extraordinaire de mathématiques. La faculté de philosophie est contactée par le roi pour évaluer sa candidature et se déclare favorable à cette attribution. Il est tacitement accepté que cette position n'est que temporaire, et que Drobisch doit rapidement devenir le futur remplaçant de la chaire ordinaire de mathématiques. Le roi prend en effet soin de souligner que le compte rendu de l'université doit « déterminer si une chaire extraordinaire de philosophie dans cette université devrait être attribuée à M. Drobisch, en considérant la décision exprimée dans Notre ordonnance du 7 mai 1802 de reconnaître et d'attribuer moins de chaires extraordinaires » [275]. Le message implicite est donc que cette chaire extraordinaire ne doit en aucun cas être pérennisée et venir s'ajouter à la chaire ordinaire de mathématiques. Le roi souligne par là qu'il s'agit d'une nomination provisoire, avant l'obtention de l'ordinariat. M.W. Drobisch est jugé trop jeune pour devenir directement professeur ordinaire ; la faculté reconnaît dans son rapport qu'« il a tenu des cours sur les mathématiques pures, la géométrie, la trigonométrie et l'astronomie, certes seulement pendant deux années [...], mais avec l'approbation et au profit de ses auditeurs », et formule l'espoir que le soutien financier d'une chaire extraordinaire lui permettrait de se perfectionner dans les mathématiques supérieures [276]. Le choix de Drobisch - outre le fait qu'il permet à la faculté de faire des économies substantielles - montre que l'université de Leipzig cherche de nouveau à privilégier l'enseignement au détriment de la recherche, ce que constate Möbius dans l'une de ses lettres :

> « En dépit de mes candidatures pour cette place, on a préféré la confier à un certain M. Drobisch, qui n'est certes pas encore très avancé dans les parties supérieures de la science, mais qui possède cependant une manière d'enseigner très engageante, presque comme un orateur, ce qui pourrait bien sûr aussi être

273. UAL - PA 417, lettre du 9 avril 1825, p. 2r : « *zwei Privatdozenten der hiesigen Universität, M. Gustav Theodor Fechner und M. Moritz Wilhelm Drobisch, welche sich dem mathematisch-physikalischen Lehrfach vorzugsweise widmen* », « *M. Drobisch durch von vielen Zuhörer besuchte Vorlesungen über Mathematik, auch durch Privatstunden sich nützlich gemacht hat* ».

274. H. Kühn a étudié en détail ces traditions de nomination des professeurs à l'université de Leipzig au XVIII[e] siècle, et nomme *Expectanz* l'acte qui consiste à mentionner une personne afin de préparer une future candidature, obtenir une bourse ou une prime modeste. Voir Kühn, 1988, pp. 105-107, p. 109 et p. 115. C'est par exemple ce qu'il s'est passé en 1825 avec C.F. Naumann.

275. UAL - PA 417, lettre du 6 mars 1826, p. 1r : « *gutachten darüber, ob gelehrten M. Drobisch eine außerordentliche Professur der Philosophie auf hiesiger Universität zu übertragen seyn dürfte, mit Rücksicht auf die dem Universität in Unserer Rescript von 7ten May 1802, weniger Verleihung außerordentliche Professuren zu erkennen* ».

276. UAL - PA 417, rapport du 20 mars 1826, p. 1r : « *er, zwar nur zwey Jahre hindurch, aber* [...] *mit Beyfall und Nutzen seiner Zuhörer, Vorlesungen über reine Mathematik, Geometrie, Trigonometrie und Astronomie gehalten* ».

> très bon pour notre Saxe, où les mathématiques sont encore bien peu estimées dans les écoles. » [277]

La nomination de M.W. Drobisch au poste de professeur extraordinaire, effective le 10 mai 1826, est donc vue comme un moyen de relancer l'intérêt pour la discipline. Le choix est ici purement pragmatique, et la faculté ne juge pas intéressant de nommer un grand mathématicien étranger, ou d'offrir une promotion à Möbius pour lui permettre de se livrer à des recherches plus théoriques [278]. Puisqu'il n'y a que très peu d'étudiants, mieux vaut privilégier une personne charismatique et douée pour l'enseignement. Le 16 août de la même année, Frédéric-Auguste Ier demande à la faculté de philosophie « sans délai un compte rendu préliminaire, afin de savoir si le susnommé M. Drobisch peut désormais être considéré comme suffisamment qualifié pour une possible chaire ordinaire de mathématiques, et si l'on pourrait lui attribuer une telle chaire » [279]. Il s'agit une fois de plus d'un exercice de pure forme, puisqu'il est peu probable que Drobisch ait pu en à peine trois mois donner de nouvelles preuves de ses capacités dans la recherche et l'enseignement des mathématiques. Si quelques professeurs pensent « qu'il serait préférable, qu'il continue à profiter pendant quelque temps du titre de professeur extraordinaire de l'université [...] afin de pouvoir poursuivre sans dérangement son perfectionnement », Brandes et la majorité de la faculté affirment que « le zèle avec lequel il se consacre aux études mathématiques, laisse espérer avec certitude, que ses efforts ne seront pas amoindris, mais au contraire animés par cette promotion précoce » [280].

M.W. Drobisch devient ainsi le professeur ordinaire de mathématiques de l'université de Leipzig à l'âge de 24 ans, tandis que Möbius doit rester professeur extraordinaire d'astronomie. Drobisch occupera ce poste jusqu'en 1864, et sera également à partir de 1842 professeur ordinaire de philosophie. Sa personnalité va marquer l'enseignement des sciences et de la philosophie en Saxe. S'il a été formé en mathématiques, il s'intéresse à la philosophie de manière croissante à partir de 1824, date où il découvre l'œuvre de Johann Friedrich

---

277. Lettre de Möbius à Friedrich Thiersch (1784-1860), 16 février 1826, retranscrite dans Loh, 1995, p. 34 : « *Allein ungeachtet meiner Bewerbungen um diese Stelle, hat man es vorgezogen, sie einem gewissen Hn. Drobisch anzuvertrauen, der in den höheren Theilen der Wissenschaft zwar noch nicht sehr fortgeschritten ist, aber einen sehr einnehmenden, fast rednerischen Vortrag besitzt, was freylich für unser Sachsen, wo die Mathematik auf Schulen noch immer wenig geachtet wird, auch recht gut seyn möchte.* »

278. Möbius signale, dans une lettre envoyée à Gauß le 8 février 1826, que sa candidature au poste de professeur de mathématiques vise à lui permettre de se consacrer à des études plus théoriques, et à laisser de côté les enseignements d'astronomie : « *Allerdings bemühte ich mich gleichfalls diese Stelle zu erhalten, hauptsächlich darum, weil ich mehr Neigung zu der rein theoretischen Studien, als zu den praktischen Geschäften eines Astronomen habe* » (Loh, 1995, p. 33).

279. UAL - PA 417, lettre du 16 août 1826, p. 1v : « *unvorgreifliches Gutachten darüber äußern, ob nicht genannter M. Drobisch nunmehrso zu der gedachten ordentlichen Professur der Mathematik als hinlänglich qualificirt anzusehen, und ihm solche zu übertragen seyn dürfte* ».

280. UAL - PA 417, lettre du 21 août 1826, p. 2r : « *vortheilhafter seyn würde, wenn er noch einige Zeit als außerordentlicher Professor der Universität zu nützen fortführe* [...] *damit er ungestört seine Fortbildung befördern könne* », « *Der Eifer, mit welchem er sich dem Studium der Mathematik widmet, läßt mit sicherheit hoffen, daß seine Bestrebungen durch diese frühe Beförderung nicht vermindert, sondern nun belebt worden werden* ».

Herbart (1776-1841). Pédagogue et philosophe, celui-ci succède en 1809 à Kant comme professeur ordinaire de philosophie à Königsberg. Tout en rejetant la *Naturphilosophie*, il va se livrer à une analyse critique de la philosophie kantienne et s'attacher à développer son propre système philosophique basé sur une utilisation intensive des mathématiques. En revendiquant cette filiation, Drobisch devient d'une certaine manière le dernier représentant de la tradition allemande du savant universel, le *Gelehrter* maîtrisant tous les domaines du savoir qui peuplait l'université du XVIII^e^ siècle. Outre la philosophie et les mathématiques, il étudie diverses parties de la physique et revendique même dans une lettre de 1840 un monopole de l'université sur l'enseignement supérieur, en incluant tout le domaine technique :

> « Pour ma part, je suis plus en faveur que contre un tel principe et je ne souhaite rien plus que de le voir mis en application de manière conséquente, et que l'on attribue de nouveau à l'université ce dont l'ont privée des parasites comme les prétendues académies et instituts polytechniques. Je souhaite que les universités puissent représenter la plus haute instance dans tous les domaines du savoir [*in omni scibili*], et donc également dans le champ technique pratique » [281].

Il va jusqu'à imaginer « une chaire de mathématiques techniques appliquées, grâce à laquelle pourraient être enseignés l'arpentage pratique, mais aussi la construction de machines, la mécanique industrielle et bien des sciences auxiliaires comme la géométrie descriptive, la perspective etc., auquels pourrait s'ajouter la construction » [282], qui ne sera bien sûr jamais créée à Leipzig. Il s'intéresse personnellement aux mathématiques appliquées et pratiques dans plusieurs ouvrages. Le premier date de 1828 et s'intitule *Mathématiques pour les praticiens* (*Mathematik für Praktiker*), il s'agit d'une traduction d'Olynthus Gregory réalisée lorsqu'il était *Privatdozent*. S'il qualifie cette traduction, dont le projet lui est venu en lisant le Bulletin de Férussac, d'« entreprise mercantile », il s'agit néanmoins d'un manuel compact de mathématiques pratiques tout à fait utilisable dans les instituts techniques, pour lequel il dit avoir travaillé avec deux de ses étudiants de l'université, F.E. Thieme et G.E. Seidemann [283]. Néanmoins, l'ambition polymathe de Drobisch est utopique d'un point de vue institutionnel, surtout en ce qui concerne le domaine pratique. En 1840, la Saxe possède déjà plusieurs instituts techniques renommés où les mathématiques sont enseignées à un niveau

281. Cité dans Krause, 2003, p. 118 : « *Ich meinesteils bin mehr für als gegen diesen Grundsatz und ich wünsche nichts mehr, als daß er konsequent durchgeführt und der Universität das wieder zugewiesen werden möge, was solche Schmarotzerpflanzen wie die sogenannten Akademien und polytechnischen Anstalten ihr entzogen haben. Ich wünsche, daß die Universität in omni scibili, also auch im technisch praktischen Felde für die höchste Instanz gelten möge* ».

282. Cité dans Krause, 2003, p. 118 : « *eine Professur der technisch angewandten Mathematik, durch welche außer praktischer Feldmeßkunst besonders Maschinenlehre, industrielle Mechanik und manche Hilfswissenschaft, wie beschreibende Geometrie, Perspektive usw. zum Vortrag gebracht werden würden, wozu dann auch noch die Baukunst kommen könnte* ».

283. Drobisch, 1828, dont le titre original est *Mathematik für Praktiker, oder Sammlung von Grund- und Lehrsätzen, Regeln und Tafeln aus den verschieden Theilen der reinen und angewandten Mathematik ein Hand- und Lehrbuch für technischen Anstalten, für Feldmesser, Architekten, Mechaniker, Techniker u.s.w.*. Voir les notices biographiques de F.E. Thieme p. 524 et de G.E. Seidemann p. 522.

souvent très élevé. L'enseignement universitaire est pour sa part en crise : les mathématiques supérieures en sont pratiquement absentes et le nombre de cours proposés est aussi faible que celui des étudiants intéressés. De fait, les premières années des professorats de Brandes et Drobisch vont être consacrées à relancer l'intérêt des étudiants pour les mathématiques et à réorienter leur enseignement vers les mathématiques supérieures et l'étude mathématique de la nature.

Renouveau de l'enseignement des mathématiques

Malgré la lenteur des réformes de l'enseignement secondaire des mathématiques - que nous étudierons au chapitre quatre -, qui a une influence directe sur le contenu des cours universitaires, le second quart du XIXe siècle est une période de transformation profonde pour l'enseignement des mathématiques à l'université de Leipzig. De nombreuses expérimentations ont lieu à la fois en termes de contenu, pour essayer d'élever le niveau global d'enseignement, et en termes de méthode. La question des modalités d'enseignement se pose avec d'autant plus d'acuité que les élèves à la sortie du *Gymnasium* possèdent en Saxe un niveau particulièrement faible. Par exemple, un élève terminant ses études secondaires dans la ville d'Annaberg ne maîtrise dans le meilleur des cas, jusqu'au début des années 1840, que l'extraction des racines carrées et cubiques et la résolution d'équations du premier degré [284]. Lorsque Drobisch commence en 1826 à enseigner les mathématiques à Leipzig, il existe donc un gouffre entre le niveau d'enseignement secondaire et les mathématiques universitaires. Le nouveau professeur va alors tenter, selon ses propres termes, « de remplacer, en redoublant d'efforts, ce que la plupart des *Gymnasien* n'avaient pas donné à leurs élèves » [285]. Comme il n'existe pas de cursus spécifique pour les mathématiques, et qu'il n'est alors pas possible, en Saxe, de devenir enseignant secondaire spécialisé (*Fachlehrer*) dans les sciences mathématiques ou physiques, les étudiants ne suivent le plus souvent que des cours élémentaires. Il s'agit soit de cours de calculs, fréquentés par les futurs étudiants de la faculté de théologie (qui se destinent à l'enseignement primaire et secondaire), soit de sujets généralistes comme l'astronomie populaire, qui sont envisagés comme un divertissement. Ce sont les seuls enseignements de mathématiques qui attirent un public relativement conséquent [286]. Ce problème n'est pas circonscrit aux mathématiques, mais touche également les sciences naturelles, comme le signale Drobisch :

284. Voir Morel, 2013b. Le programme du *Gymnasium* d'Annaberg, qui ne semble pas être publié de manière régulière, est décrit par G.J. Hofmann dans un rapport au ministère, Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, pp. 41r-41v.

285. Drobisch, 1832, p. iv : « *durch verdoppelten Eifer das zu ersetzen, was die meisten Gymnasien ihren Zöglingen nicht gegeben hatten* ».

286. On apprend dans Eccarius, 1986, p. 43, que les cours d'A.F. Möbius les plus fréquentés sont ceux consacrés à l'« astronomie populaire » (entre 12 et 33 auditeurs), aux « théories sur la création du monde » (17), ou encore au « télescope et à l'histoire des découvertes que l'on a faites avec » (entre 5 et 18).

> « Pour la chimie et la physique également, ceux qui s'y intéressent sont presque uniquement ceux qui y sont contraints par leurs examens, les médecins. Et il est indéniable qu'une des raisons principales pour laquelle ces exposés si instructifs et divertissants sont délaissés est le manque de connaissances mathématiques préalables. Combien de fois avons-nous entendu les chimistes se plaindre, que leurs auditeurs ne savaient pas autant (ou plus exactement aussi peu) d'arithmétique et d'algèbre, qu'il n'est indispensable pour la stœchiométrie ! » [287]

M.W. Drobisch entame une série d'initiatives, plus ou moins couronnées de succès, pour tenter de pallier à l'absence de soutien politique à l'enseignement des mathématiques universitaires. Un premier élément se dégage de l'étude des programmes universitaires : dès son premier semestre d'enseignement (semestre d'hiver 1824-1825), où il n'est que *Privatdozent* et ne doit donc pas théoriquement donner de cours publics, il assure certains enseignements de manière gratuite (*unentgeldlich*). En complément de son cours privé de géométrie élémentaire qui a lieu quatre jours par semaine à huit heures du matin, il propose ainsi les deux jours suivants des exercices et répétitions [288]. Il ne s'agit pas pour Drobisch d'assurer un pont entre le niveau de l'enseignement universitaire et celui de la recherche en mathématiques, mais simplement de tenter d'améliorer l'enseignement secondaire de la discipline. En effet, les cours gratuits qu'il assure sont surtout élémentaires, et le public visé est clairement celui qui se destine à l'enseignement. Au semestre d'hiver 1825-1826, il propose à nouveau un cours gratuit sur la géométrie et la manière de l'enseigner [289]. Il donne également des cours gratuits d'astronomie populaire et G.T. Fechner se joint au mouvement en assurant des cours de géométrie. Ces cours sont également un moyen d'étendre l'offre des matières accessibles à tous les étudiants. Dans les années 1790, il y avait un nombre important de professeurs ordinaires et extraordinaires à Leipzig, et par conséquent au moins quatre ou cinq parties des mathématiques qui étaient présentées publiquement chaque semestre. Au milieu des années 1820, lorsque seuls Möbius et Drobisch sont professeurs, l'offre des matières publiques est drastiquement réduite, si bien que les cours gratuits sont un moyen de résoudre ce problème [290].

287. Drobisch, 1832, p. 73 : « *Auch fur die Chemie und Physik interessiren sich fast allein die, welche durch ihre Examina dazu angehalten sind, die Mediciner. Und daß ein Hauptgrund der Vernachlässigung so lehrreicher und unterhaltender Vorträge in dem Mangel an mathematischer Vorkenntnisse liegt, ist ganz unverkennbar. Wie oft haben wir die Klagen der Chemiker vernommen, daß ihre Zuhörer nicht einmal so viel (oder richtiger so wenig) Arithmetik und Algebra wissen, als die Stöchiometrie fordert !* »

288. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'hiver 1824-1825 : « *Examinorium und Repetitorium : über Geometrie, 8 U. 2 T. unentgeldlich.* »

289. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'hiver 1825-1826 : « *Über Geometrie, nebst Untersuchung über die richtige Lehrmethode, 2 U. 4 T. unentgeltlich.* ». On trouve aussi, par exemple au semestre d'été 1834, des cours de mathématiques élémentaires de O. Marbach pour les futurs enseignants : « *Elemente der reinen Geometrie, für solche, welche sich dem Schulfache widmen wollen, 2 T. in zu best. St.* ».

290. Ainsi au semestre d'été 1825, après la mort de Mollweide, il n'y a qu'un seul cours public, consacré à la catoptrique et la dioptrique, assuré par Möbius. Comme il n'est que professeur extraordinaire, ce cours public ne dure que deux heures hebdomadaires et non pas quatre comme pour un ordinariat. Lors du semestre d'été de l'année suivante, il n'y a toujours qu'un seul cours public, consacré aux comètes. Mais Drobisch

À partir de 1838, il adopte une nouvelle méthode : Drobisch propose des cours qui sont à moitié publics. Il pense que la proportion de cours publics, bien plus fréquentés, doit être aussi haute que possible pour que les étudiants soient mieux formés. Selon lui, ses cours publics étaient en moyenne suivis par 16 étudiants, contre seulement 9 pour les cours privés [291]. Il cherche par ce moyen à briser l'habitude héritée du XVIII^{e} siècle, où la formation mathématique universitaire se réduisait pour l'immense majorité des individus à un cours d'un semestre balayant l'ensemble des mathématiques pures élémentaires. Cette démarche peut prendre des formes légèrement différentes au cours des années 1830. Il est alors devenu professeur ordinaire et devrait donc assurer chaque semestre un cours public de quatre heures. Il choisit cependant souvent de proposer deux cours de trois et une heures afin que le maximum de sujets soient traités dans des cours gratuits [292]. Si le nombre total d'enseignements mathématiques à l'université de Leipzig dans la première moitié du XIX^{e} siècle est bien plus faible qu'à la fin du siècle précédent, le nombre de cours publics est lui presque équivalent. Par conséquent, la proportion de cours publics, et donc accessibles à tous les étudiants, augmente sensiblement : ils formaient sur la décennie 1780-1789 à peine 10 % des enseignements, et leur part atteint un demi-siècle plus tard près de 45 % sur la décennie 1830-1839 (voir annexe K.3). Sur la décennie 1780-1789, on compte plus de 300 cours de mathématiques mais moins de 40 cours publics, tandis que pendant la décennie 1830-1839, on a moins de 130 cours de mathématiques, mais près de 60 sont publics.

Une autre initiative est l'apparition de cursus mathématiques, c'est-à-dire la mise en place d'une suite d'enseignements coordonnés dans le temps. Il s'agit toujours d'une tentative isolée de Drobisch et non pas d'une réforme globale de l'enseignement universitaire. Au semestre d'été 1828, le programme de l'université mentionne l'« ouverture d'un cursus de trois ans sur l'ensemble des mathématiques théor[iques] » qui commence de manière très classique par l'arithmétique et la géométrie, c'est-à-dire les mathématiques élémentaires [293]. Le cours, privé, est proposé six heures par semaine, et montre l'ambition de Drobisch de former progressivement des étudiants jusqu'à atteindre un haut niveau scientifique. L'étalement sur trois ans, avec un seul cours par semestre, ne vise pas à constituer une formation spécifique en mathématiques mais en fait une composante importante et approfondie d'une formation plus large, scientifique ou philosophique. Chez Drobisch, c'est toujours la pensée d'une éducation scientifique au sens large, incluant les sciences empiriques et la philosophie,

---

propose deux cours gratuits d'astronomie populaire (4 heures) et de calcul différentiel (2 heures), tandis que Fechner en propose un de géométrie pure (2 heures). Voir UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'été 1826.

291. Voir Drobisch, 1832, p. 68. Il donne les chiffres de 345 inscriptions pour les 21 cours publics et 164 pour les 18 cours privés proposés avant 1832.

292. Voir UBL - Vorlesungsverzeichnisse, par exemple au semestre d'hiver 1835-1836, au semestre d'été 1836 ou au semestre d'hiver 1836-1837.

293. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'été 1828 : « *Eröffnung eines auf 3 Jahre berechneten Kursus der gesammten theoret. Mathematik, in diesem Halbj. Arithmetik u. Geometrie, 7 U. 6 T.* »

qui détermine l'orientation de l'enseignement. Le cursus continue au semestre suivant avec présentation de l'algèbre et d'une introduction à l'analyse, puis à celui d'après avec un cours sur la trigonométrie et les bases de la géométrie analytique. Il semble que le cursus s'arrête au bout de trois semestres, ou du moins il n'est plus mentionné explicitement, bien que Drobisch propose dans les trois semestres suivants un ensemble cohérent de mathématiques supérieures, avec un cours de calcul différentiel (y compris ses applications), suivi d'un cours de calcul intégral qui s'étend sur deux semestres [294]. Dès le semestre d'hiver 1829-1830, Drobisch annonce cependant le début d'un nouveau cursus de mathématiques théoriques, sans précision de durée [295]. En 1832, il recommence une fois de plus le cursus, distinguant cette fois la géométrie, enseignée au premier semestre de manière heuristique (*in heuristischer Entwickelung*), et l'arithmétique. Il est possible qu'un nouveau cursus commence en 1833-1834 bien que le programme soit assez équivoque sur ce point ; il est en tout cas certain que M.W. Drobisch annonce, au semestre d'été 1835, le début d'un cursus de mathématiques analytiques, ce qui sous-entend un niveau clairement supérieur à ce qui précédait [296].

À la fin des années 1830, M.W. Drobisch achève ainsi la métamorphose de son cursus de mathématiques, ce qui semble témoigner d'une hausse du niveau moyen des étudiants ou du moins d'un changement d'objectif dans cette direction de sa part. Le programme universitaire mentionne « la première moitié d'un cursus annuel de mathématiques supérieures, contenant la géométrie analytique et le calcul différentiel » [297], qui se poursuit au semestre suivant avec les applications du calcul différentiel et le calcul intégral. Dans les années 1840, ce cursus de mathématiques supérieures est plusieurs fois relancé, et sa durée passe à deux ans pour inclure également la mécanique analytique [298]. On ne peut pas véritablement parler d'une

294. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, 1828-1829 : « *Fortsetz. des Kursus der theoret. Mathematik, Algebra u. Einleitung in die Analysis, 3 U. 5 T. (mit Ausschluß des Sonnab.)* » ; 1829 : « *Fortsetzung des Kursus der gesammten theoret. Mathematik, in diesem Halbjahre Trigonometrie u. Elemente der analyt. Geometrie, 7 U. Vorm. 6 T* » ; 1829-1830 : « *Differentialrechnung und deren Anwendungen, 10 U. 4 T. öffentl.* » ; 1830 : « *Integralrechnung, 10 U. 4 T. öffentlich* » ; 1830-1831 : « *Fortsetz. der Intergralrechnung, 10 U. 4 T. öffentlich.* ».

295. Il est possible que les cursus n'aient en réalité duré que trois semestres. En effet, la durée de trois ans semble remarquablement longue au regard de la durée moyenne des études universitaires en Allemagne à cette époque, que F. Eulenburg évalue à un peu plus de deux ans à la fin du XVIII^e siècle. Eulenburg, 1994 [1904], pp. 144-145.

296. En effet, l'intitulé au semestre d'hiver 1833-1834 est « *Elemente der Arithmetik und Geometrie, mit Vorausschickung einer encyklopädischen Einleitung in die gesammte Mathematik, 3 U. 4 T.* ». Au semestre d'été 1835, l'énoncé est plus clair : « *Eröffnung eines Kursus der analytischen Mathematik. Allgemeine Einleitung u. Trigonometrie, 4 U. 4 T.* ».

297. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'été 1838 : « *erste Hälfte eines einjährigen Cursus der höhern Mathematik, enthaltend analytische Geometrie und Differentialrechnung, 10 U. 6 T., wovon 3 öffentlich.* » On peut remarquer que Drobisch utilise ici, pour renforcer l'attractivité des enseignements, la méthode mentionnée ci-dessus qui consiste à ne pas proposer un seul cours public, mais plusieurs cours partiellement publics.

298. Un nouveau cursus est mentionné au semestre d'hiver 1840-41, un autre de deux ans de 1842 à 1844. On peut le retrouver de manière implicite à la fin des années 1840, puisque Drobisch prend alors l'habitude d'enseigner les cours de mathématiques supérieures sur plusieurs semestres.

coordination des enseignements de mathématiques à l'échelle de la faculté. Ceci impliquerait des arrangements entre professeurs qui n'apparaîtront que dans les années 1860, à l'université de Berlin, avec Karl Weierstraß (1815-1897) et Ernst Kummer (1810-1893). Son initiative n'est pas non plus absolument unique puisqu'à l'université de Munich Johann Leonard Späth (1759-1842) « annonce du semestre d'hiver 1826-1827 au semestre d'été 1832 quatre cycles de deux ans » où il enseigne l'algèbre, les mathématiques supérieures et les mathématiques appliquées [299]. Il nous semble néanmoins nécessaire de souligner l'importance de l'activité de M.W. Drobisch qui propose des cursus adaptés aux étudiants sur une période de près de 20 ans en les ajustant constamment à la hausse progressive du niveau de l'enseignement secondaire.

Certaines initiatives de M.W. Drobisch tournent court, signe de la difficulté de réformer l'enseignement universitaire sans coordination avec le gouvernement et les autres institutions. À partir du semestre d'été 1827, il entreprend de créer une société mathématique (*mathematische Gesellschaft*), proche selon lui du modèle de l'université de Halle mis au point par Heinrich Ferdinand Scherk (1798-1885), qui participe à la formation des futurs enseignants de mathématiques. Il abandonne le projet au début des années 1830 à cause du manque d'implication des étudiants et du refus du gouvernement de créer un véritable séminaire de formation des enseignants [300]. Il n'est cependant pas le seul à prendre des initiatives pour modifier l'organisation de l'enseignement universitaire en mathématiques. On voit également apparaître, dès le milieu des années 1820, de nombreux cours de mathématiques préparatoires à l'étude des sciences empiriques. Ces enseignements cherchent à combler le décalage qui existe entre le niveau des élèves arrivant à l'université d'une part, et celui qui est exigé par la mathématisation croissante des sciences du vivant de l'autre. Lorsque Drobisch rapporte l'anecdote selon laquelle la plupart des étudiants ne maîtrisent pas les éléments de mathématiques nécessaires pour l'étude des sciences naturelles, il n'exagère pas. Au semestre d'hiver 1825-1826, le professeur de minéralogie C.F. Naumann propose ainsi un cours public sur la stéréométrie et la trigonométrie comme « introduction », c'est-à-dire comme mise à niveau, pour ses cours de cristallographie [301]. En 1829-1830, Drobisch assure pour sa part un cours de préparation mathématique à la chimie. Ces cours se poursuivent jusque dans les années 1840, mais on remarque là-aussi une hausse progressive du niveau : dans ses cours préparatoires, Naumann n'enseigne plus la géométrie élémentaire mais « les connaissances nécessaires de géométrie analytique » [302]. Le caractère tardif de la professionnalisation de

299. Toepell, 1996, p. 129. Voir aussi Lorey, 1916, p. 58 sur le rôle d'organisateur de J.L. Späth.

300. Pour plus de détails sur la *mathematische Gesellschaft*, voir notre chapitre 4, p. 397, ainsi que Drobisch, 1832, pp. 98-99.

301. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'hiver 1825-1826 : « *Über Stereometrie u. Trigonometrie, als Einleitung in die Krystallographie, 8 U. 3 T. öffentlich.* »

302. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'hiver 1842-1843 : « *Krystallographie nebst den erforderlichen Lehren der analytischen Geometrie : Naumann, P. E. des., 4 T. in zu best. St.* ». Voir également le semestre d'été 1846, « *Anfangsgründe der analytischen Geometrie : Naumann, P. O. des., 11*

l'enseignement secondaire des mathématiques en Saxe semble avoir, par rapport aux autres universités, renforcé l'importance du second moteur du développement des mathématiques universitaires qui est leur introduction systématique dans les méthodes des sciences naturelles alors en plein essor.

Comme le montre la figure 7 (voir *infra*), c'est au début des années 1840 que le nombre des étudiants de mathématiques commence à augmenter [303]. En l'absence d'un cursus spécifique pour former les enseignants du secondaire, comme en Bavière à partir de 1836, l'université de Leipzig permet à partir de 1841 aux étudiants de s'inscrire dans plusieurs *Studiengänge* (cursus ou direction d'étude) différents, et introduit officiellement l'étude des sciences de la nature comme l'un deux. Dès le semestre d'été 1841, on voit trois étudiants s'inscrire à la fois en mathématiques et en sciences de la nature [304]. On trouve par la suite de multiples exemples d'étudiants combinant les mathématiques et d'autres sciences expérimentales comme la physique et la chimie. La combinaison entre mathématiques et théologie reste importante, il s'agit probablement d'étudiants se destinant à l'enseignement secondaire. Il ne faut en effet pas minorer le rôle de la formation des futurs enseignants ou professeurs de sciences : parmi les 103 inscriptions en mathématiques à l'université de Leipzig entre 1830 et 1849, au moins 15 sont devenus professeurs ou enseignants, et le chiffre réel est probablement sensiblement plus élevé [305]. Il semble cependant que le développement des sciences naturelles ait joué à Leipzig un rôle de premier plan, contrairement aux autres universités allemandes. Nous voyons sur la figure 7 que c'est à partir des années 1830, et surtout dans les années 1840, que l'enseignement des mathématiques universitaires devient important à l'université de Leipzig.

U. Dienst. u. Freit. öffentlich. », et celui d'hiver 1847-1848, « *Anfangsgründe der analytischen Geometrie : Naumann, P. O., 11 U. 2 T. öffentlich.* »

303. Le nombre d'étudiants dans chaque discipline se trouve au début des cahiers d'inscriptions semestriels ou annuels de l'université. Pour construire ce tableau, nous avons néanmoins dû les recalculer à partir des listes d'inscriptions, car les totaux imprimés sont peu fiables et souvent incohérents d'un semestre à l'autre. Nous avons systématiquement vérifié et ajusté ces chiffres en listant tous les étudiants inscrits dans un cursus de mathématiques, qui sont inscrits au moins un des deux semestres à l'université (la distinction entre les inscriptions au semestre d'hiver et d'été n'apparaît qu'en 1836). Ce nombre annuel inclut également ceux qui poursuivent des doubles cursus, comme mathématiques et philosophie, ou mathématiques et sciences naturelles. Les trois premières années ont été laissées vides car le nombre annoncé dans les livrets n'est pas cohérent avec la liste des inscrits, celle-ci étant très variable et peu fiable. On trouve ainsi 15 étudiants en 1830, dont un inscrit depuis 1823 ; en 1832 ils ne sont subitement plus que 5, le plus ancien n'étant alors inscrit que depuis 1830 ! Il est probable que le début du recueil des statistiques a été chaotique et qu'il a fallu quelques années pour arriver à un nombre d'étudiants cohérent avec le nombre d'inscriptions.

304. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10016 / 32, semestre d'été 1841. Les trois étudiants sont G.A. Emsmann, J.G. Fischer et J.O. Gändtner.

305. Nous avons obtenu ce chiffre en croisant les noms des 103 étudiants (tirés de Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10016 / 32) avec la liste des mathématiciens saxons que nous avons établie sur la période 1765-1855 d'une part, et avec l'*Allgemeine Deutsche Biographie* d'autre part (afin de recenser les enseignants hors de Saxe). Il est cependant probable que certains étudiants sont devenus enseignants après 1855, ou bien hors de Saxe sans cependant être suffisamment connus pour figurer dans l'*ADB*.

Année	Nombre d'inscriptions	Nombre d'étudiants	Proportion par rapport au nombre total d'étudiants (pourcentage)
1830	1	*	*
1831	1	*	*
1832	4	*	*
1833	3	7	0.6
1834	2	7	0.6
1835	3	8	0.8
1836	1	8	0.8
1837	3	7	0.7
1838	5	11	1.1
1839	3	11	1.2
1840	7	13	1.4
1841	9	19	1.7
1842	5	19	2.2
1843	7	20	2.3
1844	6	19	2.2
1845	4	16	1.9
1846	4	13	1.6
1847	9	19	2.1
1848	11	22	2.5
1849	11	30	3.1

Figure 7 – Nombre d'inscriptions et d'étudiants en mathématiques à l'université de Leipzig, (1830-1849, données obtenues à partir de Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10016 / 32).

On remarque une hausse importante des inscriptions annuelles : elles sont anecdotiques au début des années 1830, mais concernent chaque année une dizaine d'étudiants dans la décennie suivante. On observe également une augmentation du nombre d'étudiants inscrits dans un cursus mathématique à un semestre donné : il atteint une vingtaine au milieu de la décennie 1840. Si l'on ajoute que le nombre total d'étudiants est en légère baisse sur la même période, passant d'environ 1000 dans les années 1830 à 900 dans les années 1840, on comprend pourquoi la proportion d'étudiants en mathématiques augmente aussi fortement. Elle reste cependant assez modeste, entre 2 et 3 % du nombre total d'étudiants. Ces chiffres officiels, qui ne reflètent qu'imparfaitement la fréquentation réelle des amphithéâtres, sont cependant confirmés par ceux fournis par les professeurs, et en particulier Möbius. Alors que dans les années 1810 et 1820 il n'était pas rare que le nombre de ses étudiants se compte sur les doigts d'une main, les années 1830 et 1840 voient une augmentation considérable de ce chiffre. Au semestre d'hiver 1841-1842, son cours privé - et donc payant - de calcul différentiel attire neuf étudiants, et d'autres cours de mathématiques supérieures (géométrie analytique, arithmétique supérieure) attirent aussi une dizaine d'étudiants [306]. Le succès des enseignements se mesure aussi à la carrière de ses étudiants : Julius Ambrosius Hülße (1812-1876), étudiant de 1830 à 1834, devient professeur de mathématiques et directeur de l'École polytechnique de Dresde ; Ernst Friedrich Apelt (1812-1859), étudiant de 1833 à 1835, enseigne en tant que professeur ordinaire la philosophie et les mathématiques à l'université d'Iéna, tandis qu'Ottokar von Feilitzsch (1817-1885), étudiant en 1837-1838, devient professeur de physique à Greifswald.

La réforme de l'enseignement des mathématiques se reflète aussi dans le type de cours proposés. On voit dans ce domaine une évolution sensible, alors même que le nombre de cours reste relativement faible, aux alentours de six par semestre jusqu'au milieu du XIXe siècle (voir annexe K.1). Le premier résultat est la quasi-disparition des cours de mathématiques pratiques et la forte diminution des mathématiques élémentaires. Ce double mouvement témoigne de la spécialisation progressive de l'université qui cesse, en dépit du souhait de Drobisch, d'être un établissement d'enseignement supérieur généraliste. La multiplication des instituts techniques - étudiés de manière détaillée dans les prochains chapitres -, où les mathématiques jouent un rôle de premier plan, explique la disparition des mathématiques pratiques qui ne représentent dans les années 1840 qu'à peine 6 % des enseignements de mathématiques [307]. L'université de Leipzig ne peut rivaliser avec ces institutions plus petites mais bien plus spécialisées, qui de plus forment bien souvent leurs propres enseignants. Les quelques cours de mathématiques pratiques qui existent encore à l'université de Leipzig concernent alors essentiellement l'astronomie pratique (construction d'instruments astronomiques) et la chronologie, enseignées par Möbius, deux domaines pour lesquels la Saxe ne possède aucune institution de formation alternative [308]. Les mathématiques élémentaires, qui représentaient encore dans les années 1820 plus du quart des enseignements, sont réduites à un dixième environ deux décennies plus tard. Avec le développement de l'enseignement secondaire en mathématiques, l'université a moins besoin de proposer les traditionnels et désormais dépassés cours de mathématiques pures élémentaires qui offraient en un semestre un panorama des *Éléments* de géométrie, arithmétique et trigonométrie. Il s'agit d'un motif qui est loin d'être spécifique de l'université de Leipzig, puisque les mathématiques pures élémentaires disparaissent à cette époque progressivement des universités allemandes [309].

Au milieu du XIXe siècle, l'enseignement des mathématiques à Leipzig est donc es-

306. Voir Loh, 1995, p. 46, et Eccarius, 1986, p. 43.
307. UBL - Vorlesungsverzeichnisse 1840-1849 : soit 8 cours sur les 125 qui ont lieu entre 1840 et 1849.
308. Voir par exemple UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'hiver 1843-1844 : « *Ueber Einrichtung und Gebrauch der astronomischen Instrumente : Möbius, P.E. et Observ., 5 U. 2 T.* » Le même cours est proposé au semestre d'été 1846.
309. Voir par exemple Lorey, 1916, p. 102.

sentiellement consacré d'une part aux mathématiques pures supérieures, d'autre part aux mathématiques appliquées, qui représentent chacune près de 40 % des enseignements dans la décennie 1840 : sur 125 cours de mathématiques, 46 sont consacrés aux mathématiques supérieures et 49 aux mathématiques appliquées [310]. Les mathématiques supérieures sont donc en pleine expansion puisqu'elles ne représentaient dans les années 1820 qu'un peu plus de 20 % des enseignements. Elles forment à présent le cœur de la discipline universitaire, comme en témoigne l'évolution des cursus de mathématiques proposés par M.W. Drobisch, qui cessent d'inclure à partir de 1835 les mathématiques élémentaires. Les mathématiques appliquées donnent à première vue l'impression d'une plus grande stabilité puisque leur proportion dans les programmes universitaires varie assez peu dans la première moitié du XIX^e^ siècle. Le changement qualitatif est cependant très important : tout d'abord le niveau des mathématiques utilisées en mécanique, en optique et dans le reste des sciences mathématico-physiques augmente considérablement. Elles font à présent presque toujours appel aux mathématiques supérieures. On voit ensuite apparaître de nouvelles matières, comme la psychologie mathématique (à partir du semestre d'hiver 1832-1833) et la logique mathématique (à partir du semestre d'été 1836). Si psychologie et logique ont déjà été enseignées à l'université, parfois depuis longtemps, leur traitement mathématique est tout à fait nouveau et remarquable. Dans les deux cas, c'est Drobisch qui assure ces cours, fortement influencés par les manuels et ses rencontres avec J.F. Herbart.

Enfin, les sciences physiques cessent progressivement d'être considérées, dans les programmes universitaires, comme rattachées aux mathématiques et sont fréquemment associées aux sciences naturelles [311]. Outre l'aspect symbolique d'une telle séparation, cela signifie que des cursus spécialisés commencent à se dessiner : l'étude des sciences exactes se différencie progressivement de celle des sciences empiriques. Un exemple significatif est l'apparition dans la section de « sciences naturelles », à la fin des années 1840, de cours de physique théorique et d'observation à l'usage des étudiants de mathématiques, ce qui montre que ces matières ne font plus directement partie du cursus classique des sciences exactes [312]. L'apparente stabilité du nombre de cours de mathématiques appliquées vient donc de ce que nous ne prenons pas en compte les cours de la section de sciences naturelles, qui sont parfois largement consacrés à des méthodes mathématiques. Or ces enseignements à la frontière entre l'étude du vivant,

310. UBL - Vorlesungsverzeichnisse 1840-1849.

311. Schlote, 2004, p. 35, date le changement du semestre d'hiver 1846-1847. On trouve cependant parfois dès les années 1820, dans les versions allemandes des programmes, une séparation entre les mathématiques et certaines parties de la physique (étude de la chaleur, du magnétisme). Il est néanmoins vrai qu'à partir des années 1840 la présentation est standardisée : on trouve d'une part les *Mathematische Wissenschaften* (mathématique et astronomie) et d'autre part les *Naturwissenschaften*, elles-mêmes subdivisées en *1. Physik und Chemie* et *2. Naturgeschichte*.

312. UBL - Vorlesungsverzeichnisse. Ainsi par exemple au semestre d'hiver 1847-1848, un cours particulier proposé par E.H. Weber intitulé « *Theoretische Physik und Beobachtungskunst für Studirende der Mathematik : D. Weber, P. O., 6-8 U. Ab. 2 T. privatiss.* »

la physique et les mathématiques croissent considérablement et caractérisent l'université de Leipzig au milieu du XIX^e siècle. L'étude mathématique de la nature va représenter une partie importante de la recherche scientifique dans cette institution et témoigne d'un renouveau des réflexions sur la nature de la discipline mathématique.

1.4.2 Les mathématiques de la nature, une nouvelle direction de recherche à l'université de Leipzig

> « Désormais les mathématiciens sont ici, et les philosophes là ; - comme si l'on pouvait, sans être les deux à la fois, être un véritable chercheur de vérité. Notre mathématique est aujourd'hui si riche, si étendue, qu'elle n'accorde plus à ses admirateurs le temps de réfléchir à autre chose. » [313]
>
> Johann Friedrich Herbart, *Sur la possibilité et la nécessité d'appliquer les mathématiques à la psychologie*, 1822.

Les débats sur les liens entre mathématiques et philosophie, ainsi que sur le rôle des mathématiques dans l'étude de la nature, ont joué dans l'aire germanophone un rôle important durant les premières décennies du XIX^e siècle [314]. En Saxe, et plus particulièrement à l'université de Leipzig, ce débat offre des modalités spécifiques pour plusieurs raisons. Tout d'abord, en tant que berceau de l'école d'analyse combinatoire, il y existe une longue tradition de réflexion sur le rôle des mathématiques. Ensuite, et non sans lien, la *Naturphilosophie* est très populaire chez les mathématiciens saxons [315]. Ces deux mouvements, analyse combinatoire et *Naturphilosophie*, ont joué un rôle considérable dans l'évolution des mathématiques saxonnes qui s'orientent au milieu du siècle vers une étude mathématisée de la nature. La relation entre ces deux objets est loin d'être simple, ce qui explique notamment l'existence d'une grande variété de positions parmi les scientifiques saxons. Sans viser à donner une présentation exhaustive des rapports entre mathématiques, philosophie et sciences naturelles en Saxe, sujet vaste et déjà partiellement traité [316], nous nous contenterons de souligner la proximité de ces disciplines à Leipzig, à travers l'étude de certaines contributions de Drobisch dans le domaine ponctuel de la psychologie mathématique. Après avoir analysé les évolutions de l'enseignement des mathématiques, comprendre la réorientation générale de la recherche

313. Herbart, 1822, p. ix : « *Jetzt sind hier Mathematiker, und dort sind Philosophen ; - als ob man, ohne beydes zugleich zu seyn, ein ächter Wahrheitsforscher seyn konnte. Unsre heutige Mathematik ist so reich, so ausgedehnt, dass sie ihren Verehrern nicht Zeit gönnt, noch etwas Anderes zu bedenken.* »

314. Voir notamment Cunningham et Jardine, 1990, ainsi que Morel, 2013a.

315. À l'université de Leipzig, M.W. Drobisch et G.T. Fechner enseigneront à plusieurs reprises la *Naturphilosophie*. Beaucoup d'autres mathématiciens saxons ont adhéré à ce mouvement ; parmi ceux qui ont publié sur ce sujet, citons K.C. Snell, A. Peters, J.A. Reum et A.F.W. Rudolph.

316. Voir Schlote, 2004 et, sur les liens entre mathématiques, physique et *Naturphilosophie* à l'université voisine d'Iéna, voir Schlote et Schneider, 2011.

permet de terminer notre étude de l'université de Leipzig. Dans le second quart du XIX^e siècle, on voit apparaître une politique scientifique cohérente, articulée autour des problématiques de la modélisation et de la compréhension des phénomènes naturels. Nous interpréterons enfin la fondation en 1846 d'une Société des sciences en Saxe comme la traduction institutionnelle de ce nouveau consensus.

L'idée d'une utilisation systématique des mathématiques dans le cadre de l'étude de la nature reçoit dès la fin du XVIII^e siècle un écho particulier. Chez de nombreux auteurs, elles ne sont plus seulement une méthode efficace ou même privilégiée d'acquisition de connaissances mais deviennent la seule voie d'accès à un savoir véritable. Plusieurs historiens des mathématiques ont relevé l'affirmation de Kant, qui écrit en 1786 que « dans toute théorie particulière de la nature, il n'y a de science *proprement dite* qu'autant qu'il s'y trouve de *mathématiques.* » [317] Ce principe va être repris, et même considérablement amplifié, par plusieurs membres du courant de la *Naturphilosophie*. Deux des buts principaux du mouvement, la croyance dans la possibilité d'expliquer les phénomènes naturels à l'aide de principes généraux élémentaires et l'idée d'un système global de la connaissance de la nature, tendent à faire des mathématiques, souvent envisagées comme *mathesis*, la méthode générale et exclusive d'acquisition du savoir. Si la *Naturphilosophie* a pu utiliser les mathématiques, parfois de manière intensive, elle a également pu être très utile à certains développements de la discipline. L'influence de la *Naturphilosophie* sur les mathématiques a déjà été remarquée par E. Scholz, qui voit dans la conception dynamique inhérente à ce mouvement « une influence clairement positive, bien qu'indirecte, de la philosophie idéaliste de la nature sur la pensée mathématique du début du XIX^e siècle. » [318]

À l'université de Leipzig, ce lien étroit entre mathématiques et philosophie permet un développement et une orientation particuliers des mathématiques appliquées. Contrairement à la Prusse, où les mathématiques pures sont dominantes, les décisions et les travaux des professeurs de la faculté de philosophie - encouragés par le gouvernement - vont plutôt contribuer à rapprocher les mathématiques de l'étude de la nature. Outre Drobisch, professeur de mathématiques, qui va s'intéresser à la psychologie, les professeurs de physique et d'astronomie Brandes et Möbius travaillent et publient dans les domaines du magnétisme, de la météorologie ou de l'optique. D'autres scientifiques utilisent des méthodologies similaires, comme C.F. Naumann en minéralogie, G.T. Fechner et Ernst Heinrich Weber (1795-1878) en psychologie, physiologie et psychophysique. On peut ainsi affirmer, avec K. Krause,

317. Voir notamment Tobies, 1989, p. 225 et Schubring, 1989b, p. 180. La citation originale, tirée de l'introduction des *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, est la suivante : « *in jeder besonderen Naturlehre nur soviel* eigentliche *Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin* Mathematik *anzutreffen ist.* » C'est Kant qui souligne.

318. Scholz, 1989b, p. 239 (notre traduction). Voir également l'article de P. Séguin qui fournit une étude partielle des liens entre la philosophie et les mathématiques combinatoires au tournant du XIX^e siècle (Séguin, 2005, pp. 72-75).

qu'au milieu du XIXe siècle l'université de Leipzig adopte un modèle de pensée intégrativo-positiviste (*integrativ-positivistiches Denken*), afin de « combattre la spécialisation dans les sciences à l'aide de manières de penser interdisciplinaires » [319].

La mathématisation de la psychologie selon M.W. Drobisch

Au semestre d'hiver 1823-1824, G.T. Fechner obtient son habilitation en physique et devient *Privatdozent* à l'université de Leipzig. Le semestre suivant, Drobisch est habilité en philosophie et enseigne, également en tant que *Privatdozent*, les sciences mathématiques. Les deux scientifiques, ayant tous deux étudié à l'université de Leipzig, ont une véritable prétention de polymathes. Toujours en 1824, Fechner introduit Drobisch à la philosophie de J.F. Herbart. Le jeune professeur de mathématiques va rapidement devenir l'un des disciples les plus actifs de celui-ci et le rencontre à plusieurs reprises. Les deux hommes entretiennent une correspondance active, et Herbart incite son collègue à s'intéresser à la *Naturphilosophie* et à la psychologie [320]. Dès 1822, J.F. Herbart a en effet publié un livre, *Sur la possibilité et la nécessité d'appliquer les mathématiques à la psychologie* (*Über die Moeglichkeit und Nothwendigkeit, Mathematik auf Psychologie anzuwenden*) afin de diffuser le plus largement possible ses nouvelles recherches [321]. Il y présente la psychologie comme la science qui doit permettre de comprendre l'origine des sentiments, jugements ainsi que celle des règles et des principes de réflexion. Ce dernier aspect la rapproche de la logique, bien qu'elle reste la science de l'entendement individuel et non pas d'une validité objective. Si le projet de Herbart, ainsi que les méthodes qu'il emploie pour y arriver, sont neufs, l'idée d'utiliser les mathématiques pour comprendre et étudier les perceptions humaines existait déjà au siècle précédent. Elle faisait partie du projet de mathématique universelle, sans être véritablement l'objet d'une recherche active. On en trouve par exemple une expression allusive dans les *Éléments* de mathématiques de Kästner :

> « Les mathématiques s'étendent même au-delà des seules choses sensibles. Elles ont indiqué comment calculer les probabilités et les espoirs, on les interroge sur la durée de la vie dans les rentes viagères, les tontines etc., et l'on calcule d'après leurs règles la croissance en citoyens d'un État. Elles oseraient même mesurer le plaisir et la peine, si l'on pouvait ici découvrir une mesure qui rende intelligibles les sensations de tous les esprits. » [322]

---

319. Krause, 2003, p. 484 (notre traduction).

320. Voir le journal personnel de M.W. Drobisch (UAL - Nachlass M.W. Drobisch, Tagebuch), ainsi que Neubert-Drobisch, 1902, p. 26, pp. 44-47, en particulier p. 46 : « *Er trieb mir zur Naturphilosophie und warnte, sie nicht* ad Calendas Graecas *zu verschieben.* » C'est Drobisch qui souligne.

321. Herbart, 1822, qui est en réalité la version écrite d'un exposé qu'il a tenu à Königsberg le 18 avril 1822 devant la *Königliche Deutsche Gesellschaft*. Un premier opuscule en latin, *De attentionis mensura causisque primariis : psychologiae principia statica et mechanica exemplo illustraturus*, publié la même année, a été fraîchement reçu, malgré une recension élogieuse de Drobisch dans le *Leipziger Literatur-Zeitung*.

322. Kästner, 1786a, §17 : « *Die Mathematik erstreckt sich sogar weiter als auf blos sinnliche Dinge. Wahrscheinlichkeiten und Hoffnungen hat sie zu berechnen angewiesen, man befragt sie um die Dauer des*

Le principe inauguré par Herbart, et poursuivi par Drobisch, consiste à rattacher la psychologie aux autres sciences mathématisées en cherchant justement à définir des critères scientifiques de mesure pour les représentations de l'esprit. Elle sera ainsi composée d'une « statique » et d'une « mécanique » de l'esprit qui, comme celles des objets matériels, peuvent être étudiées comme des actions réciproques de forces. La psychologie mathématique doit donc être une science des représentations mentales (*Vorstellungen*), et Herbart propose comme grandeurs de définir aussi bien l'intensité (*Stärke*) de chaque perception que, dans le cas d'actions réciproques, le degré d'inhibition (*Grad der Hemmung*) des représentations entre elles [323].

Après avoir rencontré Herbart en personne en 1830, Drobisch se laisse rapidement convaincre par lui de consacrer une partie de ses efforts à la philosophie. Assez naturellement, il commence par les domaines qui sont, à cette époque, situés à l'intersection des mathématiques et de la philosophie, c'est-à-dire la logique et la psychologie. Dès le semestre d'hiver 1832-1833, Drobisch propose à Leipzig un cours de « psychologie d'après Herbart », ce qui sous-entend qu'il s'agit bien de psychologie empirique et mathématique [324]. En 1834, il propose sur deux semestres un cours de psychologie empirique, suivi d'un cours de psychologie mathématique, toujours d'après Herbart. Il lui écrit par exemple en 1837 : « j'explique à présent les principaux théorèmes de la psychologie mathém[atique] dans une heure supplémentaire que je donne chaque semaine, et j'ai bien 20 auditeurs extrêmement attentifs. » [325] Par rapport à la fréquentation moyenne des cours de mathématiques, il faut considérer ce résultat comme une performance remarquable ; Drobisch enseignera la psychologie à l'université de Leipzig jusqu'en 1879.

Il publie à partir de 1836, sous forme de petits fascicules dont le tirage est limité, des *Questions mathématico-psychologiques* (*Quaestionum mathematico-psychologicarum*). La contribution la plus importante de Drobisch à la psychologie mathématique est cependant ses *Premiers principes de psychologie mathématique* (*Erste Grundlehren der mathematischen Psychologie*), publiés en 1850. Il y affirme poursuivre le travail de Herbart mais, fidèle à la tradition de philosophie critique, propose une évaluation sévère de ses réalisations : « quoique diverses choses dans sa théorie puissent être déficientes dans leur fondation,

---

menschlichen Lebens bey Leibrenten, Tontinen u.d.gl. und beurtheilt nach ihren Regeln das Wachsthum eines Staats an Bürgern. Selbst Vergnügen und Schmerz würde sie sich auszumessen unterstehen, wenn ein Maaß, das einerley Empfindung allen Geistern verständlich machte, hie zu entdecken wäre. »

323. Voir les définitions complètes dans Herbart, 1822, pp. 35-36. Sur la psychologie mathématique chez Herbart, voir Boudewijnse *et al.*, 1999, et sur sa postérité, Boudewijnse *et al.*, 2001.

324. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'hiver 1832-1833, « *Drobisch, M. W., P. O., Psychologie nach Herbart, 4 U. 2 T.* »

325. Herbart, 1850-1852, vol. 18, p. 262 : « *erläutere ich jetzt die Hauptsätze der mathem. Psychologie in einer Extrastunde, die ich wöchentlich gebe, und habe wohl 20 höchst aufmerksame Hörer.* » Il faut remarquer que les enseignements de psychologie à l'université de Leipzig, y compris ceux de psychologie mathématique, sont alors classés dans la catégorie des « sciences philosophiques », dans la sous-partie « philosophie systématique » (*Systematische Philosophie*).

lacunaires dans leur réalisation, insuffisantes dans leur présentation, le tout montre cependant le fait que nos différents états mentaux successifs sont susceptibles d'une investigation mathématique conséquente et cohérente. » [326] La position qu'adopte Drobisch, en particulier lorsqu'il affirme que seule la partie mathématique de la psychologie lui semble susceptible de progresser comme une science, témoigne de l'influence de Kant. Il explique ainsi que « seul le développement mathématique d'un principe, si tant est qu'il en soit capable, donne de manière claire, convaincante et complète toutes les conséquences qui sont en lui » [327]. Chez M.W. Drobisch, la psychologie est une branche des mathématiques, au même titre que l'astronomie ou la mécanique. Ce n'est que la complexité du sujet et la nouveauté des recherches qui restreignent de manière temporaire la portée des résultats obtenus :

> « Elle repose, comme toute théorie mathématique, sur des hypothèses abstraites, pour lesquelles il est nécessaire - au moins dans un premier temps -, de laisser de côté une multitude de circonstances, qui en vérité ont parfois une importance cruciale, afin de simplifier les recherches [...]. Cette méthode, cette limitation initiale choisie librement, ne peut pas lui être imputée comme un défaut propre ; elle ne fait par là qu'emprunter le même chemin par lequel la mécanique et toute la physique mathématique sont progressivement arrivées à leurs formidables résultats. » [328]

Il place ainsi les différentes sciences qui étudient la nature sur un même plan méthodologique, et considère que les difficultés qu'elles rencontrent sont similaires, à ceci près que la psychologie est encore une science jeune. L'obstacle principal à une psychologie mathématique, qui est que les représentations concomitantes se superposent et qu'il en résulte une perte de clarté dans les calculs (*Klarheitsminderung*), est ainsi vu comme un simple problème de perturbation dû à la complexité du système. Par analogie avec l'astronomie, Drobisch le nomme « problème des trois idées » (*Problem der drei Vorstellungen*). Le principe de la psychologie mathématique est selon lui - il emprunte en cela largement à Herbart -, que « les représentations données simultanément, c'est-à-dire qui se rencontrent dans la conscience, s'associent indépendamment de la similarité ou de la différence de leur contenu » [329]. Bien

326. Drobisch, 1850, p. vi : « *Mag auch Manches in seiner Theorie mangelhaft in der Begründung, lückenhaft in der Ausführung, ungenügend in der Darstellung sein, das Ganze stellt doch die Thatsache dar, dass unsre wechselden geistigen Zustände einer consequent zusammenhängenden mathematischen Untersuchung zugänglich sind.* »

327. Drobisch, 1850, p. 9 : « *Nur die mathematische Entwickelung eines Princips, das überhaupt einer solchen fähig ist, giebt klar, überzeugend und vollständig alle Consequenzen* ».

328. Drobisch, 1850, p. 11 : « *Sie beruht, wie jede mathematische Theorie, auf abstracten Voraussetzungen, bei denen zur Vereinfachung der Untersuchung anfangs wenigstens eine Menge von Umständen, die in der Wirklichkeit zum Theil von wesentlichem Einfluss sind, bei Seite gesetzt werden müssen* [...]. *Dieses Verfahren, diese anfängliche selbstgewählte Beschränkung kann ihr nicht als eine eigenthümliche Unvollkommenheit angerechnet werden ; sie betritt damit nur denselben Weg, auf dem die Mechanik, die ganze mathematische Physik allmälig zu ihren grossartigen Resultaten gelangt sind.* »

329. Drobisch, 1850, p. 2 : « *gleichzeitig gegebene Vorstellungen, die also im Bewusstsein zusammentreffen, unabhängig von der Gleichartigkeit oder Ungleichartigkeit ihres Inhaltes sich verbinden* ».

qu'il ne soit pas question, en 1850, d'une mesure physique de ces phénomènes, Drobisch démontre l'existence d'une « mesurabilité théorique » (*theoretische Messbarkeit*), à partir de laquelle il est en mesure de rechercher une théorie de l'interaction et de la succession de ces représentations à titre de spéculation mathématique (*mathematische Speculation*). Drobisch pose ensuite les « principes généraux de la psychologie mathématique » (*allgemeine Principien der mathematischen Psychologie*), dans une démarche proche des systèmes de la *Naturphilosophie*. Ses principes sont considérés comme une spéculation réfléchie, c'est-à-dire qu'il cherche avant tout à former un système cohérent qui rende compte des phénomènes de succession des idées. Il ne prétend pas atteindre une vérité au sens fort, soulignant d'ailleurs que l'impossibilité d'observer directement les états mentaux pose une limite à l'activité de modélisation.

L'activité de représentation (*Vorstellen*) est pour lui une succession ininterrompue de représentations qui vont coexister, se remplacer, une petite partie étant dans l'état de conscience tandis que l'immense majorité est renvoyée hors de la conscience. Il propose une distinction qualitative entre les représentations semblables et disparates (*gleichartig* et *ungleichartig*). Ainsi le blanc et le noir sont des représentations semblables, situées aux deux extrêmes d'une chaîne de nuances de gris, dont chaque tonalité peut être exprimée comme combinaison des deux couleurs en proportion variable. Selon M.W. Drobisch, si l'idée du vert g (pour *Grün*) est membre intermédiaire d'une chaîne allant du bleu (B pour *Blau*) au jaune (G pour *Gelb*), alors on peut le présenter sous la forme d'une fonction de B et G [330]. À l'inverse, une couleur et un bruit, ou une odeur et un goût, sont des représentations mentales disparates dont les interactions sont plus complexes. Par principe, deux représentations qui sont simultanément dans la conscience vont s'inhiber mutuellement (*hemmen sich gegenseitig*). Ces quelques définitions suffisent à Drobisch pour définir le principe général, mais également le but de sa psychologie mathématique :

> « § 18. D'après ces exposés, les représentations fournissent la matière à deux types d'exercices mathématiques. Pour tout ensemble de représentations simultanément données, dont les intensités et les degrés d'opposition sont connus, il est possible de chercher : 1. la grandeur des inhibitions pour lesquelles elles se trouvent en équilibre ; 2. les lois du mouvement, selon lesquelles elles diminuent et augmentent. Par conséquent, la psychologie mathématique se divise en deux parties, qui peuvent être désignées par les noms de statique psychique et de mécanique psychique. Le développement ultérieur de ces sciences revient à résoudre ces exercices non seulement pour des représentations simples, mais aussi pour des représentations composées (mélanges ou complexions de représentations

330. Drobisch, 1850, §22, p. 27. Dans le cas le plus simple, c'est-à-dire pour une perception située dans la chaîne de deux représentations semblables, la formule obtenue est : $g = m(B)+(1-m)G$. Ces représentations s'inspirent clairement des systèmes pondérés utilisés notamment en physique (voir en particulier les équilibres entre représentations, qu'il aborde p. 43 et p. 50). La théorie des barycentres de Möbius n'est cependant jamais citée.

simples). »[331]

Nonobstant l'aspect ponctuel de cette contribution de Drobisch, il est intéressant de constater la mise en place d'une véritable méthode que le mathématicien va mettre en œuvre dans divers domaines du savoir et qui est utilisée par d'autres scientifiques de l'université de Leipzig. On y voit l'influence indirecte de la *Naturphilosophie*, où la nature est décrite sous forme de systèmes polarisés, d'échelles graduées sur lesquelles on tente, à l'aide de spéculations audacieuses, de placer les phénomènes naturels qui échappent encore à une mathématisation effective. À l'intérieur de la psychologie, Drobisch va ainsi s'efforcer de mathématiser la théorie de la musique dans un article intitulé « Sur la détermination mathématique des intervalles musicaux » qui paraît en 1846 dans le volume inaugural de la Société royale des sciences de Saxe[332]. Il tente d'y fournir une passerelle entre les travaux existants sur la détermination des intervalles et les travaux de psychologie mathématique, présentant ainsi la musique comme l'un des cas particuliers de cette théorie générale. On trouve d'ailleurs dans cet article une loi importante selon laquelle « l'ouïe musicale ne distingue pas les rapports géométriques des fréquences de vibrations, mais les logarithmes de ces rapports »[333]. Cette loi sera généralisée plus tard par G.T. Fechner et E.H. Weber, respectivement professeur ordinaire de physique, puis de *Naturphilosophie*, et professeur ordinaire d'anatomie et physiologie à Leipzig, sous la forme suivante : la relation entre une sensation et l'intensité du stimulus qui l'a provoquée est de type logarithmique. Cette loi forme la base de la psychophysique, discipline développée dans les années 1850 et 1860 à l'université de Leipzig par ces deux professeurs[334].

On voit donc l'existence d'une communauté de méthodes entre les différents professeurs de l'université de Leipzig qui illustre les liens étroits existant entre mathématiques et sciences naturelles. Cette unité peut prendre des formes parfois surprenantes d'un point de vue rétrospectif, car l'ambition de mathématisation s'applique sans distinction à l'ensemble des domaines du savoir. Ainsi, dans le premier volume des comptes rendus de la Société royale des sciences de Saxe, publié en 1848, Drobisch tente une nouvelle mathématisation, cette fois-ci de la physiologie, en cherchant une méthode d'estimation de l'âge humain. L'article

331. Drobisch, 1850, pp. 24-25 : « *18. Nach diesen Auseinandersetzungen geben nun die Vorstellungen Stoff zu zwei Classen von mathematischen Aufgaben. Für jede Anzahl gleichzeitig gegebener Vorstellungen von bekannten Intensitäten und Graden ihrer Gegensätze können nämlich gesucht werden : 1. die Grössen der Hemmungen, bei denen sie sich im Gleichgewicht befinden ; 2. die Bewegungsgesetze, nach denen sie sinken und steigen. Hiernach zerfällt die mathematische Psychologie in zwei Theile, die mit dem Namen der psychischen Statik und psychischen Mechanik bezeichnet werden können. Der weiteren Ausführung dieser Wissenschaften kommt es zu, ihre Aufgabe nicht blos für einfache, sondern auch für zusammengesetzte Vorstellungen (Verschmelzungen und Complexionen einfacher Vorstellungen) zu lösen.* »

332. Königlich sächsische Gesellschaft, 1846, pp. 87-128, « Über die Mathematische Bestimmung der musikalischen Intervalle ».

333. Königlich sächsische Gesellschaft, 1846, §22, p. 109 : « *Das musikalische Gehör unterscheidet nicht die geometrischen Verhältnisse der Schwingungszahlen, sondern die logarithmen dieser Verhältnisse* ».

334. Sur l'enseignement de la psychophysique à Leipzig, voir Schlote, 2004, pp. 51-53.

est intitulé « Sur la construction d'une loi pour déterminer l'âge apparent de l'être humain d'après des caractéristiques extérieures et sur la loi de relation de l'âge apparent et de l'âge véritable » [335]. L'auteur y propose des fonctions pour décrire des caractéristiques comme la couleur des cheveux, la calvitie ou la force vitale (*Lebenskraft*), afin de pouvoir mesurer des paramètres qualitatifs de la vie humaine qui ne semblent à première vue pas facilement quantifiables. On trouve également chez lui un refus sans appel de la spécialisation des mathématiques. Ses multiples travaux témoignent d'une double tendance : d'une part, la volonté de suivre le modèle du siècle précédent d'un savant universel (*Gelehrter*), et d'autre part l'inspiration de la *Naturphilosophie* sur la possibilité d'une étude mathématique et d'une mise en équation de tout phénomène naturel. En 1842, il ajoute à son poste de professeur ordinaire de mathématiques la responsabilité d'une chaire de philosophie. Jusqu'en 1886, il enseignera aussi bien les mathématiques que la *Naturphilosophie*, la psychologie, l'éthique ou encore la logique. Ses travaux en logique, dont nous n'avons pas parlé mais qui ont déjà été partiellement étudiés, se placent eux aussi dans ce cadre [336]. Le personnage de M.W. Drobisch, qui a joué un rôle institutionnel de premier plan en Saxe et occupé la chaire de mathématiques de l'université de Leipzig entre 1826 et 1867, propose et symbolise une nouvelle orientation de la discipline. Revendiquant de manière critique l'héritage de J.F. Herbart, il cherche à combattre, à contourner la spécialisation des disciplines scientifiques et l'abandon de l'universalisme méthodologique que leur garantissait la proximité avec la philosophie. Les mathématiques y sont envisagées comme une méthode, sur le modèle de la philosophie, et cherchent à s'appliquer de manière systématique à l'ensemble des domaines du savoir ; à Leipzig cette approche est couronnée de succès dans l'étude des sciences naturelles [337].

De la Société Jablonovia à la Société des sciences, une nouvelle conception des mathématiques appliquées

Jusqu'en 1846, l'État saxon ne possède pas d'académie des sciences ; la création au milieu du XIX^e^ siècle d'une institution de ce type apparaît cependant comme un événement singulier à l'échelle de l'espace germanophone. En ce sens, il symbolise une inflexion importante dans la conception des sciences à Leipzig, mais également une évolution dans la politique scientifique à l'échelle de l'État saxon, voire de l'aire culturelle saxonne. Le principe de l'académie des sciences, que l'on trouve sous forme d'associations de savants en

335. Königlich sächsische Gesellschaft, 1848, pp. 105-114 : « Über die Begründung eines Gesetztes zur Bestimmung des scheinbaren Alters des Menschen aus äussern Merkmalen und den gesetzlichen Zusammenhang des scheinbaren Alters mit dem wirklichen ».

336. Son ouvrage principal est une *Nouvelle présentation de la logique* (Drobisch, 1836), où il introduit l'utilisation d'un symbolisme algébrique. Sur cet ouvrage, qui a été fréquemment réédité jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle, voir notamment Kreiser, 2003, ainsi que plus généralement Peckhaus Volker, *Logik, Mathesis universalis und allgemeine Wissenschaft. Leibniz und die Wiederentdeckung der formalen Logik im 19. Jahrhundert*, Berlin, Akademie Verlag, 1997.

337. Voir notamment Krause, 2003, pp. 484-485.

Italie dès le XVIe siècle, devient avec la formation de la *Royal Society* de Londres (1660) puis de l'Académie royale des sciences (1666) un outil destiné à promouvoir la science dans les capitales des deux principales puissances de l'Europe. Ces institutions visent à assurer un développement de la recherche scientifique dans une langue donnée. Elles sont parfois étroitement liées au pouvoir politique qui assure l'essentiel des financements. En Allemagne, la situation est différente en raison de l'absence d'une unité politique. Néanmoins, les États qui revendiquent une place de premier rang dans le Saint-Empire romain germanique créent des académies des sciences au milieu du XVIIIe siècle. Si la Prusse est la première à fonder une Académie des sciences à Berlin en 1700 (*Königlich-Preußische Akademie der Wissenschaften*), l'essor de la Société devient manifeste à partir des années 1740 et elle prend alors une dimension européenne[338]. En 1751, l'Électorat de Hanovre crée une Académie des sciences à Göttingen, suivi en 1754 par l'Électorat de Mayence à Erfurt, tandis qu'en 1759 l'Électorat de Bavière fait de même à Munich. Le Palatinat du Rhin crée également à Mannheim une Académie des sciences en 1763, dissoute en 1803. Ces académies se distinguent des universités allemandes, d'une part par une intégration politique bien plus poussée, et d'autre part par le rôle scientifique qu'elles jouent. Les académies des sciences rétribuent généralement des scientifiques reconnus par leurs pairs sans qu'ils aient à assurer des enseignements[339]. Le fonctionnement des académies des sciences et des universités, qui cohabitent souvent dans les capitales des États allemands, sanctionne et cimente le principe d'une séparation entre les activités d'enseignement et de recherche qui restera presque intact jusqu'aux réformes prussiennes dans la première décennie du XIXe siècle.

Bien que la Saxe soit au XVIIIe siècle un État puissant, qui possède des universités renommées dans tout l'espace germanophone et très fréquentées[340], elle ne crée pas d'institution spécifiquement dédiée à la recherche scientifique. Une Société des sciences ne sera fondée qu'en 1846, lorsqu'elle est devenue une puissance de second ordre dans la zone d'influence prussienne. Dès 1704, Leibniz avait pourtant proposé un plan d'Académie des sciences, entamé des négociations, et s'était même déplacé à Dresde pour le défendre[341]. L'université n'élève pas d'objection, et il semble dans un premier temps que le roi donne son accord, prévoyant une Société littéraire et mathématique qui possèderait même son propre journal[342]. Mais après des négociations intenses en 1704-1705, le projet semble avoir été abandonné sans qu'aucune raison précise ne soit proposée. La seconde tentative de créer une institution savante destinée à la promotion des sciences est plus fructueuse : en 1769, une

338. Leibniz en est le premier président. En 1744, Frédéric II de Prusse réforme l'Académie, introduit un système de prix attribués pour des questions scientifiques, et attire de nombreux savants français.

339. En Saxe, on trouve une description du rôle des académies et de leurs interactions avec le pouvoir politique chez Zimmermann, 1746, §5-6, pp. 15-19.

340. Czok, 1987 pp. 25-50.

341. Les lettres de G.W. Leibniz ainsi que les négociations de 1704 sont reproduites dans Lea et Wiemers, 1996, pp. 173-187.

342. Lea et Wiemers, 1996, p. 60.

Société est fondée grâce à un don d'un noble polonais, Joseph Aleksander Jablonowski (1711-1777). Il offre une somme conséquente (2643 ducats d'or) dont les intérêts doivent servir à décerner chaque année trois prix : le premier en histoire, le deuxième en mathématiques et physique, le troisième concernant l'économie de la Saxe [343]. Cette Société a cependant exercé une influence modeste sur le développement des mathématiques en Saxe. Une première raison est que son prestige est loin d'égaler celui des Académies de Paris, Berlin ou Göttingen. Elle ne possède pas de source propre de revenus, et ses membres ne sont donc pas rétribués. Ceux-ci sont pour la plupart des professeurs des universités de Leipzig et Wittenberg mais n'ont aucun intérêt financier ou prestige particulier à en faire partie [344]. La Société Jablonovia est donc essentiellement une société savante locale dans l'aire culturelle saxonne et polonaise. Dans les cinq premières années de son existence, les questions proposées au concours concernent d'ailleurs uniquement l'histoire slave et polonaise.

Dans les faits, la Société Jablonovia se contente de mettre des questions au concours, mais celui-ci est faiblement doté par rapport aux concours des autres académies. La seule langue autorisée étant le latin, nombre de scientifiques étrangers, notamment français, et de techniciens germanophones sont *de facto* exclus. En 1774, un nouveau règlement de la Société instaure les trois questions en histoire, mathématiques et économie, et définit le prix de mathématiques de la manière suivante : « pour le second prix, il faut choisir les questions de mathématiques et de physique de sorte que la première année, un problème de mathématiques soit posé, la deuxième en physique, la troisième en mécanique, la quatrième en hydromécanique » [345]. Le spectre des mathématiques est envisagé de manière si large qu'il s'agit pratiquement d'un prix consacré aux sciences naturelles. Comme la Société Jablonovia se réunit uniquement pour préparer des questions et distribuer des prix, et qu'elle n'a pas d'autre activité régulière, elle est de plus mal connue. Ses comptes rendus paraissent de manière très irrégulière : si dans les années 1770 le rythme d'un volume tous les ans est pratiquement respecté, il faut ensuite attendre 1802 pour que les actes des années 1790 soient publiés. En 1809 paraissent ensuite, réunis en un volume, les contributions des années 1781-1790. Après un nouveau volume paru en 1812, il faut de nouveau attendre 1832 pour

343. Si l'on prend pour taux de conversion $2\,\frac{2}{3}$ *Reichsthalern* pour 1 *Reichs-Ducat*, on obtient la somme d'environ 7 000 talers. Les intérêts, si l'on accepte un taux usuel pour l'époque de 5 %, s'élèveraient donc chaque année à 350 talers, ce qui divisé en trois aboutit à moins de 120 talers par prix.

344. Dans le domaine des mathématiques, G.H. Borz, C.F. Hindenburg, M. von Prasse, A.F. Möbius et M.W. Drobisch en seront membres (voir Schwarzburger, 1959, p. 360 en note). La question du financement des académies est de première importance puisque d'elle dépend l'attractivité de l'institution, mais également sa capacité à se faire connaître. L'attribution de prix, la publication des actes d'une académie sont des opérations coûteuses, ce qui explique notamment la publication irrégulière des actes de la Société Jablonovia. Si l'Académie de Berlin n'est pas directement financée par l'État, elle bénéficie du monopole de l'édition des almanachs et calendriers en Prusse, activité très lucrative.

345. Règlement de 1774, reproduit dans Lea et Wiemers, 1996, p. 194 : « *Für den zweiten Preis sind die Fragen aus der Mathematik und Physik so zu wählen, dass im ersten Jahre ein Problem aus der Mathematik selbst gestellt werde, im zweiten aus der Physik, im dritten aus der Mechanik, im vierten aus der Hydromechanik* ».

voir imprimés les prix de la période 1829-1831, sans savoir ce qui s'est passé durant la période 1812-1829[346]. Il est possible que l'interruption des années 1780-1790 soit à attribuer au lancement des journaux de C.F. Hindenburg, consacrés eux aussi à l'économie et aux mathématiques. Tous ces facteurs contribuent à expliquer le fait que la Société Jablonovia se trouve régulièrement dans l'incapacité d'attribuer ses prix, faute de candidats ; nous pouvons en conclure que son activité était pour le moins réduite[347].

Création d'une Société des sciences en 1846

M.W. Drobisch est à l'origine de la création d'une Société des sciences en Saxe. Il en conçoit le fonctionnement après une visite à Göttingen où il s'est rendu en 1837 pour fêter le centenaire conjoint de l'université et de l'Académie des sciences. Le 3 avril 1845, il dirige le groupe de professeurs de l'université de Leipzig, membres de la Société Jablonovia, se rendent au ministère du culte et de l'enseignement public. Les universitaires font état des nombreux problèmes de fonctionnement de la société et évoquent la création d'une Académie des sciences de Saxe. Les membres de la future institution, une vingtaine de professeurs de l'université appartenant aux facultés de philosophie et de médecine, se réunissent dans un premier temps de manière informelle. En 1845, le projet consiste à créer une institution dépendante de l'université, car le peu de moyens alloués par le gouvernement aux sciences rend illusoire la création d'une académie autonome efficace. Le but est simplement d'organiser à l'intérieur de l'université un espace de publication et de promotion de la science saxonne. L'existence d'une Académie des sciences, même si elle semble alors largement symbolique, doit montrer que le rôle de l'université n'est plus uniquement restreint à l'enseignement mais inclut également la recherche et la publication de travaux scientifiques. Selon Drobisch, la création de l'académie doit permettre aux professeurs de « garder également en vue les deux devoirs, celui de la diffusion et celui de l'extension du savoir », car « aucune université ne peut dignement exister, si les professeurs sont simplement de bons enseignants et ne sont pas en même temps des chercheurs »[348].

Dès 1846, la société est renommée *Société royale des sciences de Saxe* (*Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften*) et s'étend donc à l'ensemble du territoire, englobant plusieurs institutions scientifiques. Ce nom symbolise son indépendance, en termes de décision et de financement, de l'université. Dans son discours inaugural, prononcé le 1er juillet 1846, Drobisch insiste sur le fait que la société représente la recherche saxonne et non

346. Voir AN, 1802-1845, qui comprend les neuf tomes de la seconde collection de la Société, parus en 1802, 1809, 1812, 1832, 1834, 1838, 1839, 1842 et 1845.

347. Lea et Wiemers, 1996, p. 101.

348. Drobisch, cité dans Czok, 1987, p. 190 : « *behält man beide Aufgaben, die der Verbreitung und die der Erweiterung des Wissens gleichmäßig im Auge* », « *Keine Universität kann mit Ehren bestehen, wenn die Professoren blos gute Lehrer, nicht zugleich Forscher sind* ». Sur la création de l'académie, voir également Neubert-Drobisch, 1902, pp. 86-88.

pas uniquement le corps universitaire : « La science supérieure n'est ainsi à présent plus la propriété exclusive des universités. Aussi bien dans d'autres établissements d'enseignement que dans les divers corps de métier extérieurs, on trouve des chercheurs, par la vigueur desquels une société savante doit souhaiter pouvoir se renforcer. »[349] Afin de marquer la continuité entre les deux organisations, c'est la Société Jablonovia qui se charge de publier le volume inaugural des mémoires de la nouvelle Société des sciences, à l'occasion du deux centième anniversaire de la naissance de Leibniz. La nouvelle société inclut des personnalités respectées comme Drobisch, Möbius ou Fechner. Les professeurs de l'université de Leipzig représentent la majorité des 37 professeurs, mais on trouve aussi un représentant de l'Académie des mines de Freiberg, un autre de l'Institut de formation technique de Dresde, des personnalités d'Iéna, Altenburg et Gotha. Il s'agit donc bien d'une institution saxonne au sens culturel et non pas seulement politique du terme[350].

Les premiers volumes de la Société royale des sciences de Saxe témoignent de l'orientation, évoquée ci-dessus, qui tend à privilégier systématiquement une étude mathématisée de la nature. La plupart des articles scientifiques s'inscrivent dans cette dynamique, qu'ils soient écrits par des mathématiciens, des physiciens ou des scientifiques travaillant dans les diverses sciences naturelles. On trouve ainsi les articles de Drobisch sur la psychologie mathématique appliquée à l'étude des intervalles musicaux. Le physicien August Seebeck (1805-1849), alors directeur de l'Institut de formation technique de Dresde, traite du problème des cordes vibrantes, tandis que C.F. Naumann, professeur à l'Académie des mines de Freiberg, propose plusieurs modèles mathématiques pour la représentation des spirales des conchyliens. Il définit lui-même ses travaux sur la géométrie de ces animaux comme « un exercice intéressant de recherches mathématiques » et prend soin de diviser son mémoire en une partie théorique, la *Théorie de la conchospirale* mathématique, qui précède la partie pratique où il expose la démonstration (*Nachweisung*) de la loi par observation de la nature[351]. Contrairement à la Société Jablonovia, qui était une coquille vide, la Société royale des sciences de Saxe se réunit régulièrement et publie des comptes rendus de ses activités. Elle devient d'ailleurs immédiatement un moyen de publication privilégié pour les scientifiques saxons ; Möbius et Drobisch, pour ne citer que les mathématiciens les plus célèbres, y publieront une grande partie de leurs articles postérieurs à 1846. La société publie des *Mémoires* (*Abhandlungen*) et

---

349. Königlich sächsische Gesellschaft, 1848, discours de M.W. Drobisch, p. 41 : « *Auch die höhere Wissenschaft ist jetzt nicht mehr das ausschliessliche Eigenthum der Universitäten. Sowohl an andern Lehranstalten als auch sonst in den mannichfaltigsten äusseren Berufskreisen finden sich Forscher, durch deren Kräfte eine gelehrte Gesellschaft sich verstärken zu können wünschen muss.* »

350. Dans son discours inaugural, Frédéric-Auguste II insiste sur la notion d'aire culturelle saxonne, affirmant notamment que « les membres ordinaires résidant dans les États saxons, duchés et grands duchés de la branche ernestine, sont également considérés comme membres locaux [*einheimisch*] », Königlich sächsische Gesellschaft, 1848, p. 4, §5 (notre traduction).

351. Königlich sächsische Gesellschaft, 1846, p. 153 : « *eine interessante Aufgabe mathematischer Forschungen* ». Les deux parties du mémoire sont respectivement intitulées *I. Theorie der Conchospirale* et *II. Nachweisung der Conchospirale in der Natur*.

des comptes rendus (*Berichte*) qui vont contribuer à structurer l'approche des mathématiques appliquées qui se développe en Saxe, et favorise sa diffusion dans l'aire germanophone.

*   *
*

Au milieu du XIXe siècle, la position des mathématiques à l'université de Leipzig a considérablement évolué. La place occupée par l'institution universitaire dans le paysage scientifique saxon a également profondément changé. L'évolution de la discipline et de son enseignement résulte à la fois des travaux des mathématiciens universitaires, de choix de politique scientifique, et d'une adaptation à l'évolution du paysage institutionnel saxon et allemand. Avant 1765, l'université de Leipzig, et dans une moindre mesure celle de Wittenberg, ne comptent pas seulement parmi les plus grandes universités d'Allemagne. Elles sont surtout les seules institutions saxonnes où l'enseignement des mathématiques est représenté, puisqu'il n'existe pas d'instituts techniques d'importance et que l'enseignement scientifique dans le secondaire ou dans les établissements militaires est presque négligeable.

Il en découle naturellement une approche encyclopédique de la discipline, les enseignements de mathématiques y sont très nombreux et extrêmement variés, ce qui a pour corollaire un niveau généralement très faible. Le personnage de C.F. Hindenburg, qui est pourtant lui-même un polymathe formé dans ce cadre généraliste, provoque une évolution majeure de la discipline en créant à Leipzig la première école de mathématiques pures. Faute d'un ancrage institutionnel, l'enseignement et la recherche en analyse combinatoire disparaissent brusquement à la fin de la première décennie du XIXe siècle. Une longue période de crise suit, durant laquelle les mathématiques sont cantonnées à un enseignement élémentaire, tandis que la faculté de philosophie est incapable de proposer une politique scientifique cohérente pour la discipline. Une amélioration progressive a lieu dans le second quart du siècle, marqué par l'arrivée de M.W. Drobisch et H.W. Brandes. Le niveau d'enseignement augmente, tandis qu'une nouvelle approche des mathématiques se développe. Au milieu du XIXe siècle, l'université de Leipzig n'est cependant plus l'unique institution dans le paysage des mathématiques saxonnes. Dès 1765, une Académie des mines est créée à Freiberg ; elle possède une approche spécifique des mathématiques que nous allons à présent analyser.

Chapitre 2

L'Académie des mines de Freiberg, ou l'institutionnalisation des mathématiques pratiques

« C'est ainsi qu'en peu d'années la petite école de Freyberg, destinée seulement, dans le principe, à former quelques mineurs pour la Saxe, renouvela le spectacle des premières universités du moyen âge [et] qu'il y accourut des élèves de tous les pays où il existe quelque civilisation » [1].

G. Cuvier, *Recueil des éloges historiques lus dans les séances publiques de l'Institut royal de France*, 1819.

« Les études mathématiques servent de base à toutes les connaissances nécessaires au mineur ou au métallurgiste. Les mathématiques pures doivent lui enseigner à manipuler aussi précisément que possible des corps selon leur nombre, mesure, poids et contenu, ainsi qu'à calculer les forces de la nature ; elles sont indispensables à l'étude de la physique, de la cristallographie et de la stœchiométrie. Les mathématiques appliquées enseignent les multiples applications du calcul et de la mesure scientifique dans les plans et la construction de machines, pour l'exploitation des mines et la métallurgie. Les mathématiques supérieures rendent le mathématicien plus familier avec l'esprit du calcul et de la mesure, et enseignent les formules les plus sûres pour le calcul des forces de la nature et du comportement mécanique des corps (ce dernier en particulier dans la théorie des machines des montagnes). Par conséquent, les mathématiques sont indispensables à la fois pour l'apprentissage des autres sciences auxiliaires que pour leur utilisation propre. » [2]

W.A. Lampadius, directeur de la *Bergakademie*, *Introduction à l'étude de l'exploitation des mines et de la métallurgie à l'Académie des mines de Freiberg*, 1820.

1. Cuvier, 1819, p. 310.
2. Lampadius, 1820, §5 (notre traduction).

Introduction

L'Académie des mines de Freiberg est l'une des plus anciennes académies des mines au monde. Fondée au lendemain de la guerre de Sept Ans en plein cœur des Monts Métallifères de Saxe (*Erzgebirge*), elle acquiert au début du XIX^{e} siècle une renommée internationale dans le domaine des sciences des montagnes [3]. Son succès dépasse le cadre de l'histoire des sciences ou de l'histoire des institutions, puisqu'elle est mentionnée dans de nombreux ouvrages d'histoire générale [4]. Elle a joué un rôle de premier plan en géologie car c'est ici qu'Abraham Gottlob Werner (1750-1817) a travaillé et enseigné, tout en dirigeant l'institution - c'est d'ailleurs de son éloge funèbre qu'est tirée la citation de Cuvier. Les cristallographes Friedrich Mohs (1773-1839) et Carl Friedrich Naumann (1797-1873) sont d'anciens élèves de cette même Académie où ils sont devenus enseignants [5] ; les sciences de l'ingénieur, la chimie y sont également renommées. En dépit du rôle majeur de cette institution dans l'histoire des sciences allemandes et européennes, les mathématiques qui y étaient cultivées n'ont jusqu'à présent fait l'objet d'aucune analyse détaillée.

Une partie de l'explication vient probablement d'une différentiation dans l'historiographie des disciplines scientifiques et du statut particulier parfois accordé aux mathématiques. Mais ce manque d'attention tient surtout au fait que l'Académie des mines se définit comme un lieu dédié à l'avancement de l'exploitation minière et des sciences des montagnes, pas au progrès des mathématiques. Il est alors tentant d'en déduire que cette discipline y était auxiliaire, et c'est bien ce point de vue qui domine dans la littérature secondaire [6]. Or cet argument est une pétition de principe, qui repose sur une distinction rétrospective entre des champs de la connaissance qui sont alors bien moins nettement séparés. Une analyse, même superficielle, de l'histoire de l'Académie des mines de Freiberg montre, dans le cas des mathématiques appliquées, qu'elles n'y sont pas auxiliaires mais bien au cœur de l'enseignement : les sciences des fluides pour l'évacuation de l'eau des galeries et l'utilisation de sa force motrice, les sciences mécaniques dans la construction des machines. Concernant les mathématiques pures, leur importance est moins évidente à première vue. Les directeurs

3. La position de la ville de Freiberg et celle des Monts Métallifères sont indiquées en annexe sur la carte A.3, p. 423.

4. La *Bergakademie* est ainsi mentionnée dans l'histoire des universités coordonnée par Walter Rüegg, qui la qualifie de « centre le plus renommé pour l'instruction minière en Europe » (Ruëgg, 2004, p. 598, notre traduction), dans les ouvrages d'histoire consacrés à la Saxe (Keller, 2002, p. 157, p. 225), et dans des histoires générales de l'Allemagne (Nipperdey, 1983, p. 482, p. 484) ou du XIX^{e} siècle (Hobsbawm, 1969 [1962], p. 44).

5. Le lien entre l'histoire de la cristallographie et celle des mathématiques n'est pas traité ici. Sur ce sujet, on pourra consulter avec profit Scholz, 1989a et Scholz, 1989b, où les travaux de F. Mohs et C.F. Naumann sont étudiés dans le contexte général de la mathématisation de la discipline.

6. Voir par exemple Jungnickel, 1979, p. 13 ; Wegert *et al.*, 2006, p. 158.

successifs de l'Académie, comme W.A. Lampadius en 1820, soulignent néanmoins régulièrement leur rôle central ; les archives vont nous permettre de confirmer ce fait et d'analyser leur contribution à l'essor de l'établissement.

Si l'on a parfois noté la qualité des mathématiques pratiquées à Freiberg, c'est uniquement dans le cadre d'études transversales qui n'ont pas permis de dégager la spécificité de l'enseignement de la *Bergakademie* saxonne. W. Purkert présente par exemple comme communément admis que les mathématiques supérieures sont enseignées dans les académies des mines dès le début du XIXe siècle, en se basant sur un manuel écrit et utilisé à Freiberg [7]. Cela suppose que l'institution saxonne est représentative de toutes les académies des mines germanophones. Nous devons cependant souligner à quel point le niveau d'enseignement des mathématiques dans ces établissements est variable, y compris pour les plus célèbres. L'Académie des mines de Clausthal ne recrute son premier professeur de mathématiques supérieures qu'en 1864 [8]. La troisième grande *Bergakademie*, celle de Schemnitz en Autriche-Hongrie, a pu intégrer les mathématiques supérieures irrégulièrement dans les années 1820, mais les programmes du milieu du siècle montrent que ces enseignements sont encore réduits au strict nécessaire, sans commune mesure avec l'approche développée en Saxe [9].

L'enseignement des mathématiques dans ce type d'institutions techniques semble avoir été relativement négligé par les historiens, en étant au pire ignoré, et au mieux considéré comme uniforme, gommant ainsi le rôle des professeurs et l'importance des politiques scientifiques locales. La seule tentative d'analyser en détail une partie des mathématiques enseignées et utilisées à l'Académie de Freiberg dans le premier siècle de son existence, celle de D. Flaxa, est restée à l'état d'ébauche et n'a pas été publiée [10]. Ce manque d'attention est d'autant plus regrettable que la *Bergakademie* possède un fonds d'archives remarquable que nous avons mis à profit. Dès sa fondation, en effet, c'est une institution étatique, placée sous l'autorité du conseil des finances, l'institution intermédiaire de référence étant l'administration supérieure des montagnes (*Oberbergamt*). Ce contrôle strict permet aujourd'hui un accès aux sources bien plus aisé et complet que dans le cas de l'université, car l'Académie n'est ni économiquement, ni pédagogiquement indépendante. Nomination des enseignants, évolution des programmes, manuels employés et contenus des examens, toute modification doit faire

7. Purkert, 1990, p. 180. Voir également Treue, 1956, pp. 40-42.

8. Voir Scharlau, 1990, p. 72, qui donne une image sombre du niveau de l'enseignement ; on consultera plus généralement, sur l'Académie de Clausthal, Riedel, 1969.

9. Voir Faller, 1871, p. 12, pp. 19-20, p. 33, ainsi que le programme de l'année 1846, pp. 46-49. La ville de Schemnitz se nomme aujourd'hui Banská Štiavnica, et se situe en Slovaquie. Contrairement à ce qui est souvent affirmé, il n'a pas existé de véritable Académie des mines à Berlin, ce qu'a montré U. Klein dans Klein, 2010.

10. D. Flaxa était professeur de mathématiques à Freiberg dans les années 1980. Deux brouillons tapuscrits sont conservés dans la bibliothèque de la *TU Bergakademie Freiberg*, l'un sur l'histoire des nominations de professeurs de mathématiques (TUWA, Flaxa, 1984), l'autre sur le développement de la géométrie descriptive (TUWA, Flaxa, 1986).

l'objet d'une négociation avec l'*Oberbergamt* qui se trouve consignée dans les archives [11]. Si les premières années sont moins bien renseignées, il est possible dès les années 1780 de suivre précisément les évolutions de l'enseignement des mathématiques. Nous pourrons montrer qu'il existe à Freiberg une politique scientifique coordonnéee, contrairement à l'université de Leipzig. L'Académie met rapidement l'accent sur l'aspect théorique, introduisant l'étude et l'utilisation systématique des mathématiques dans un milieu technicien longtemps resté rétif à la science universitaire, connotée négativement pour de nombreux administrateurs et arpenteurs.

Nous détaillerons dans un premier temps la création de l'Académie des mines de Freiberg, en faisant ressortir en quoi la structure institutionnelle assure une transmission différente des connaissances techniques et scientifiques (par rapport à d'autres modes d'apprentissage, comme le compagnonnage, le voyage d'étude ou l'autodidaxie). L'étude de l'action du premier professeur de mathématiques, J.F.W. Charpentier, nous permettra de souligner la continuité avec l'enseignement universitaire que nous avons étudié au chapitre précédent. Cette analyse met également en évidence l'importance des questions institutionnelles dans l'évolution de l'Académie, avec en particulier la création d'une école secondaire attenante. Nous étudierons ensuite en détail le rôle de J.F. Lempe afin de montrer qu'il introduit un nouveau rapport entre mathématiques théoriques et pratiques d'une part, et entre enseignement et recherche de nouveaux résultats de l'autre. Nous analyserons ensuite l'évolution des enseignements et les nominations des professeurs jusqu'en 1850, en décrivant l'essor des mathématiques supérieures de F.G. von Busse à J. Weisbach. Dans la dernière partie de ce chapitre, nous étudierons une branche des mathématiques pratiques dans laquelle les mathématiciens de Freiberg ont excellé pendant plus d'un siècle, la géométrie souterraine. Nous décrirons l'objet de cette discipline peu connue, son origine en Saxe ainsi que son développement à la *Bergakademie* jusqu'au milieu du XIXe siècle [12].

11. Ces éléments sont conservés dans les archives de l'Académie des mines de Freiberg (*TU Bergakademie Freiberg Universitätsarchiv*), dans la suite du texte UAF. Les actes en lien avec l'*Oberbergamt* sont notés UAF - OBA.

12. Pour les traductions des termes relatifs aux sciences des montagnes, à l'exploitation minière et à la géométrie souterraine, nous utilisons Bergmännisches Wörterbuch, 1778 et Beurard, 1809.

2.1 La longue gestation de la *Bergakademie*

> « L'exploitation des mines est un commerce national, cependant il vaudrait mieux qu'elle soit un sujet d'étude national. Les sciences minières sont pratiquées par quelques personnes isolées, dont les efforts seraient bien plus utiles s'ils étaient réunis. » [13]
>
> C.F. Zimmermann, *Ober-Sächsische Berg-Academie*, 1746.

En Saxe, l'exploitation des mines et les sciences minières font appel à des connaissances calculatoires bien avant la création, en 1765, de l'Académie des mines de Freiberg. Dès le milieu du XVIe siècle, des savoirs mathématiques sont impliqués dans plusieurs activités : l'établissement de plans suppose de recourir à l'astronomie, tandis que la géométrie pratique et la géométrie souterraine permettent de déterminer les limites des concessions, la conduite des travaux de percements et l'orientation des galeries. Une autre utilisation est la comptabilité des exploitations minières. Ce dernier point ne doit pas être sous-estimé car le nombre important des ouvriers et techniciens, ainsi que le coût élevé des machines, exigent dès cette époque des investissements conséquents et l'utilisation de capitaux extérieurs, ce qui implique des formes d'emprunts et d'amortissements [14]. Néanmoins, les méthodes de calcul utilisées dans ces domaines sont essentiellement empiriques. Les administrateurs des mines ont rarement fréquenté une université et les savoirs transmis par compagnonnage, bien qu'efficaces, restent le plus souvent rudimentaires. L'arpentage et la géométrie souterraine utilisent des formes élémentaires de triangulation et font appel à la trigonométrie à partir du début du XVIIIe siècle. La comptabilité et l'imposition nécessitent des connaissances en arithmétique pratique, mais ces opérations peuvent se réaliser à l'aide de techniques anciennes et purement calculatoires. Dans certaines concessions, l'utilisation des tables à calculer (abaques) reste en vigueur après la création de l'Académie des mines [15].

Les mathématiques trouvent progressivement dans les mines une nouvelle utilité, en rapport avec la mécanique et l'hydraulique. Lorsque l'exploitation s'éloigne de la surface du sol, le géomètre souterrain doit non seulement participer au choix des directions de

13. Zimmermann, 1746, §7, p. 19 : « *Der Bergbau ist ein National-Geschäffte, allein es wäre besser, wenn er ein National-Studium wäre. Die Bergwerckswissenschaften werden von einigen und einzeln Personen getrieben, weit nützlicher würden diese Bemühungen seyn, wenn sie zusammen vereiniget würden.* »

14. Sur l'histoire de l'exploitation minière dans les Monts Métallifères avant le XVIIIe siècle, voir Herrmann, 1953, pp. 7-23. Sur l'histoire des sciences minières du XVIe siècle au XVIIIe siècle, voir Baumgärtel, 1965, en particulier pp. 7-22.

15. Ainsi en 1749, von Oppel indique que « *doch einige sächsische Bergämter haben* [...] *den Rechentisch erwählet, und bedienen sich desselben noch bis jetzto mit vieler Fertigkeit* » (Oppel, 1749, p. 60). J.F. Lempe affirme pour sa part en 1790, dans un manuel de calcul, que les abaques ne sont plus employés que rarement, et uniquement pour calculer les salaires et le temps de travail des employés : « *Das Rechenbreth* [...] *itz aber, so viel ich weiß, nur noch zu Johann Georgenstadt bey Haltung des Anschnittes gebraucht wird* » (Lempe, 1790, préface, p. vi).

percements, mais aussi déterminer les positions relatives des galeries et vérifier les itinéraires de passage des machines. Les roues utilisées pour remonter l'eau sont dans un premier temps construites de manière purement empirique. Elles se complexifient à mesure que la profondeur des puits augmente et que des machines de grande taille doivent être transportées au fond des mines. Afin d'utiliser efficacement la puissance motrice de l'eau pour l'alimentation des machines, il faut également calculer les pentes des canaux d'approvisionnement. La question de l'entretien des galeries, c'est-à-dire l'évacuation de l'eau et le renouvellement de l'air, rend enfin nécessaire la construction de tuyaux d'écoulement et de systèmes de ventilation.

2.1.1 Les premiers projets d'enseignement des sciences minières et mathématiques à Freiberg

Un système de bourses pour favoriser l'exploitation des mines

Les premiers projets qui visent à formaliser la transmission de connaissances dans les sciences de l'exploitation des mines en Saxe remontent au début du XVIIIe siècle. Notons que l'on cherche à rationaliser et organiser uniquement l'activité d'enseignement ; l'expérimentation ou la recherche de nouvelles méthodes ne sont pas concernées. Le constat de base est que la pratique courante de l'ingénierie des mines fait appel à des savoirs qui ne s'apprennent pas directement par l'observation d'autrui. Il s'agit alors de coordonner cette transmission afin de permettre une large diffusion de ces savoirs théoriques et pratiques. Pour y parvenir, la création d'un établissement académique n'est pas la solution la plus appropriée. La première décision sera moins contraignante, et surtout bien moins coûteuse : l'État choisit de mettre à la disposition de certains apprentis mineurs des fonds pour financer leur apprentissage. On est dans une logique de cours particuliers ou en groupes très restreints, sans bâtiments ni programmes dédiés. Il s'agit uniquement d'assurer la diffusion de connaissances utiles, en officialisant et en finançant des pratiques de compagnonnage qui existaient probablement déjà. C'est dans cet esprit que, sur demande du capitaine des mines Abraham von Schönberg (1640-1711), le gouvernement publie le 26 août 1702 une *Ordonnance concernant l'apprentissage des sciences minières et métallurgiques* [16], afin de contribuer au rétablissement de l'exploitation minière saxonne, qui ne s'est toujours pas remise de la guerre de Trente Ans (1618-1648) [17].

Le roi crée un système de bourses (*Stipendiengelderkasse*) et attribue une dotation annuelle de 100 talers [18] pour former les futurs techniciens et administrateurs des mines.

16. Cité dans Hascher *et al.*, 2005, p. 15 : *Reskript, die Erlernung der Berg- und Schmelzwissenschaften betreffend.*
17. Sur le rôle d'A. von Schönberg dans l'institutionnalisation de l'enseignement des sciences minières, voir Jobst et Schellhas, 2007 [1994].
18. Baumgärtel, 1963, pp. 114-121, décrit en détail cet épisode.

Cette somme, qui passe en 1709 à 170 talers, peut également être utilisée pour financer des voyages d'études. L'aspect très concret des enseignements est souligné par le prince-électeur de Saxe, Frédéric-Auguste I^{er}, qui vise expressément une « *meilleure mobilisation des mines et des fonderies* ». La somme doit chaque annnée introduire « quelques jeunes gens à l'apprentissage *de ces sciences minières* ainsi qu'à l'art de la fonderie, celui des géomètres souterrains *et d'autres choses semblables*, et qui, par une fréquentation assidue des puits et par tout autre moyen, avec les bonnes et utiles choses apprise, sont libres d'*encourager la bonne marche de l'exploitation des mines.* » [19]

Afin de s'assurer que le bénéfice pour l'État soit réel, les bourses sont réservées aux seuls Saxons et ceux-ci doivent s'engager à entrer au service de l'État s'il le demande. Cet argent sert aux jeunes gens qui désirent apprendre les sciences minières à engager des professeurs. Ceux-ci sont des chimistes, ingénieurs et géomètres actifs dans l'administration et l'exploitation des nombreuses mines de la région de Freiberg. Cette rémunération leur permet notamment de se livrer à des recherches personnelles dont ils enseignent les résultats aux étudiants. Il s'agit d'un système de compagnonnage, formalisé et soutenu financièrement par l'État saxon qui espère encourager par ce biais le développement de l'exploitation des mines. Les matières qui sont enseignées avec ce système dépendent donc directement de la spécialité de chaque professeur ; elles comprennent généralement la chimie, la fonderie, la géométrie souterraine et la docimasie (*Probierkunst*). Ces savoirs correspondent à ce que l'on trouve dans les manuels d'exploitation des mines de l'époque [20], qui sont d'ailleurs souvent écrits par les mêmes personnes. Le nombre des enseignants est variable, tout comme les méthodes de présentation des connaissances. L'apprentissage se réalise souvent directement dans les mines ou les fonderies. Il met l'accent sur l'utilisation de méthodes pratiques et d'instruments, et il n'y a aucun lien entre les différentes matières.

Dans le domaine des mathématiques, la seule discipline enseignée avec ce système de bourses est la géométrie souterraine ; les savoirs théoriques comme l'arithmétique ou la trigonométrie ne sont pas représentés. Deux personnages sont actifs à Freiberg dans les années qui précèdent la création de l'Académie des mines ; ils y enseignent comment cartographier les exploitations, diriger les percements et mettre au point des machines hydrauliques. August Beyer (1677-1753), fils d'un fonctionnaire de l'administration minière,

19. Cité dans Zimmermann, 1746, §8, pp. 21-22 : « zu mehrerer Aufbringung des Berg- und Schmelzwesens », « *einige iunge Leute zur Erlernung* derer Bergwercks-Wissenschaften*, Schmelz- und Markscheider-Kunst* und dergleichen *anzuführen, welche ebener Massen durch fleißiges Befahren der Gruben, und auf alle andere Weise,* mit guten nützlichen Errinerungen, die allgemeine Wohlfahrt des Bergwercks zu befördern *frei haben.* » C'est C.F. Zimmermann qui souligne. La somme attribuée est de 300 Gülden ; si l'on retient comme base de conversion le taux suivant : 1 taler = $1\frac{3}{4}$ Gülden, le montant est légèrement supérieur à 170 talers par an.

20. Pour obtenir un aperçu des matières enseignées, on pourra se reporter au contenu d'un ouvrage intitulé *Hell-polierter Berg-Bau-Spiegel*, publié à Dresde en 1700, c'est-à-dire deux ans avant l'introduction du système de bourses, par un technicien et membre de l'administration des mines (Rößler, 1700).

est depuis 1697 *Markscheider* (géomètre souterrain). Il entre dans l'administration, conseille le roi de Saxe, enseigne et écrit sur les sciences minières. Friedrich Wilhelm von Oppel (1720-1769) est né à Pirna et a lui-même profité d'une bourse pour apprendre l'exploitation des mines. Nommé en 1743 dans l'administration des mines, il en prend la direction vingt ans plus tard [21]. Il existe donc, à partir du début du XVIIIe siècle, une petite communauté de techniciens qui enseignent l'exploitation des mines dans la région de Freiberg. Entre 1702 et la fondation de l'Académie des mines, plus d'une centaine de personnes pourront bénéficier de ces bourses d'État, sans compter les nombreux étrangers qui viennent dans les Monts Métallifères apprendre les sciences minières. Ce système élaboré de compagnonnage est cependant différent d'un véritable établissement d'enseignement, dont le coût serait très supérieur. Il ne concerne qu'un nombre réduit d'individus, ne propose aucune articulation entre les différentes connaissances ; il est uniquement orienté vers la pratique et l'on n'y trouve aucun enseignement théorique en mathématiques.

Le *Gymnasium Metallum-Mechanicum* de J. Leupold

La monarchie absolue saxonne cherche à accentuer son contrôle sur l'organisation et l'administration des mines. Le gouvernement de l'État, à Dresde, en vient progressivement à régir l'ensemble des domaines, à l'exception notable de l'enseignement. En 1710, l'administration générale de fonderie (*Generalschmelzadministration*) est fondée mais le roi refuse d'y adjoindre une école [22]. Dans les premières décennies du siècle, plusieurs tentatives de créer une faculté consacrée aux sciences des mines échouent. Jacob Leupold (1674-1727) est un ingénieur saxon reconnu, qui a étudié dans les universités d'Iéna, Wittenberg et Leipzig avant d'ouvrir un atelier de fabrication d'instruments scientifiques (globes, quadrants) utilisés en astronomie, mécanique et arpentage. Il se distingue par son talent pour la construction de pompes hydrauliques, très utiles dans l'exploitation des mines. L'université de Leipzig refuse sa proposition de créer un poste de mécanicien, alors même qu'il est nommé membre de l'Académie des sciences de Berlin. Nommé commissaire minier (*Bergwerkskommissar*) au début des années 1720, il publie en 1725 une *Courte esquisse sur la manière d'améliorer la mécanique dans l'exploitation des mines* [23]. Il y demande la fondation d'un *Gymnasium Metallum-Mechanicum*, mais sa proposition est rejetée.

En 1727, Leupold publie un livre consacré aux mathématiques élémentaires intitulé *Theatrum Arithmetico-Geometricum* (seul le titre est en latin) dans lequel il explique que les mathématiques sont utiles à tous : « personne ne doit penser que l'*Arithmétique* et la *Géométrie* soient certes nécessaires et inévitables pour la compréhension de nombreuses

21. Voir sa notice biographique p. 513. Ces deux auteurs ont publié en 1749 deux manuels de géométrie souterraine ; le contenu de l'ouvrage d'Oppel est étudié ci-dessous p. 218.

22. Voir H. Baumgärtel, « Die Gründung der Bergakademie Freiberg », *in* Collectif, 1965, p. 74.

23. *Kurtzer Entwurf Auff was Arth die Verbesserung des Maschinen-Wesens bey denen Bergwerke zu veranstalten*, reproduit dans Seyffert, 1728, pp. 213-217. Sur Leupold, voir Goetz, 1974, pp. 103-104.

sciences, mais que tout un chacun n'ait pas besoin de les connaître, car tous les hommes ne peuvent pas être savants ; ceci est complètement faux » [24]. Cet ouvrage s'adresse à ceux qui n'ont pas fréquenté l'université, et l'auteur entend donner une présentation précise des concepts de grandeur et de nombre, tout en traitant de l'aspect pratique des mathématiques : instruments, méthodes de calcul, astuces utiles aux différents métiers de son époque. Sa proposition d'un *Gymnasium Metallum-Mechanicum* cherchait à réduire la distance entre l'utilité potentielle de la discipline mathématique et le fait qu'elle est communément réservée aux savants, c'est-à-dire aux universitaires. L'idée de l'utilité d'un établissement d'enseignement, qui délivre une formation initiale dans les sciences mathématiques, existait donc dès les années 1720 mais ne sera pleinement développée que vers le milieu du siècle.

La ***Berg-Academie*** rêvée de C.F. Zimmermann

Le premier projet complet d'une académie des mines est proposé en 1746 par Carl Friedrich Zimmermann dans une brochure intitulée *Académie des mines de Saxe supérieure, dans laquelle les sciences de l'exploitation des mines sont examinées selon leurs vérités élémentaires, et proposées de manière cohérente* (*Ober-Sächsische Berg-Academie, in welcher die Bergwercks-Wissenschaften nach ihren Grund-Wahrheiten untersuchet, und nach ihrem Zusammenhange entworffen werden*). Le texte de Zimmermann n'est pas à proprement parler un projet adressé au conseil des finances, mais plutôt un plaidoyer et une étude préliminaire sur une éventuelle académie ; il reconnaît même lucidement : « je considère mon idée et ma proposition de création d'une académie des mines comme un *embryon* [...]. Je n'obtiendrai pas ainsi son existence, mais au moins sa forme » [25]. Une longue digression sur les aptitudes scientifiques des différents peuples d'Europe l'amène à constater que « quand les étrangers veulent faire progresser une science, ils cherchent à lui apporter ordre et exactitude, et ils n'obtiennent ceci que par l'édification d'académies. » [26]

La création d'un véritable établissement représente donc pour lui la condition nécessaire pour que les techniques minières acquièrent un caractère véritablement scientifique. Il juge nécessaire une bonne connaissance des mathématiques pour pratiquer les sciences de la nature : « puisque cependant les sciences de la nature [*Natur-Lehre*] ne peuvent être connues complètement, selon leur véritable essence, sans une compréhension profonde des

---

24. Leupold, 1727, préface : « *Doch soll dabey niemand gedenken, daß zwar wohl die* Arithmetic *und* Geometrie *zu den Begriffen vieler Wissenschaften so nöthig und unentbehrlich seyn möchten, darum aber einen jeden zu wissen nicht nothwendig wären, weil ja nicht alle Menschen gelehrt seyn dürften, denn dieses ist im Grunde falsch.* » C'est Leupold qui souligne.

25. Zimmermann, 1746, p. 4 : « *Mein Einfall und Vorschlag von Errichtung einer Berg-Academie kommt mir daher als ein* Embryo *vor* [...]. *Ich werde dadurch zwar nicht sein Leben, doch seine Gestalt erhalten* ». C'est Zimmermann qui souligne.

26. Zimmermann, 1746, p. 13 : « *Wenn die Ausländer eine Wissenschaft erheben wollen, so suchen sie selbige zu einer Gründlichkeit und Ordnung zu bringen, und dieses erhalten sie allein durch Errichtung der Academien.* »

mathématiques, il suit nécessairement de cela qu'il faut choisir pour étudier la nature ceux qui possèdent une bonne connaissance des mathématiques. »[27] L'académie qu'il propose devrait compter au moins quatre professeurs, un en mathématiques, un autre en physique, un troisième pour la chimie, et un dernier pour la mécanique. Il conseille néanmoins de doubler ce chiffre pour permettre à ces professeurs de disposer de suffisamment de temps pour leurs recherches particulières, pour un coût total d'environ 6 000 talers annuels. Le collège de mathématiques, premier des quatre, est décrit de la manière suivante :

> « La classe mathématique mérite pour plusieurs raisons la prééminence, et dans celle-ci on peut nommer *Membra Honoraria* ceux qui ont une compréhension des mathématiques, ainsi que le *Professor Matheseos*, ensuite un *Mechanicus* qui soit particulièrement habile dans la charpente, la machinerie et la création de modèles, ensuite un maître de dessin et enfin un géomètre souterrain, qui doit avoir aussi certaines connaissances en mathématiques. »[28]

Le double rôle des professeurs dans cette académie rêvée est très ambitieux. Ils ne doivent pas seulement, comme nous l'avons vu pour les universités de Leipzig et Wittenberg, enseigner les principes de leurs sciences. Il leur faut en outre proposer un approfondissement pratique des disciplines les plus susceptibles d'être utiles aux étudiants. En mathématiques, le professeur ne doit donc pas se limiter aux mathématiques pures élémentaires (arithmétique et géométrie) mais également traiter la géométrie souterraine et le nivelage. Zimmermann énumère ensuite les instruments, les laboratoires et le matériel nécessaires, ce qui laisse peu de doute sur le caractère appliqué des enseignements. Conscient de la difficulté de dégager les fonds nécessaires pour son projet, s'élevant à 3 000 ou 6 000 talers par an selon les configurations, il suggère à la fin de son plan une solution. Il propose en effet une institution temporaire, coûtant seulement 800 talers par an, où un unique spécialiste pourrait en quelques années former un petit nombre d'étudiants (6 ou 8) qui serviraient à la fois à prouver l'intérêt de l'établissement et à y devenir eux-mêmes ensuite professeurs[29]. Cette proposition détaillée, bien qu'utopique étant donné son coût élevé pour l'époque, obtient un grand succès. Elle vaut à Zimmermann d'être nommé l'année suivante *Oberbergkommissar*, l'un des plus hauts postes de l'administration des mines, mais il meurt alors brusquement. Les guerres de Pologne retiennent ensuite toute l'attention du prince-électeur Auguste III, qui néglige la

27. Zimmermann, 1746, p. 25 : « *Wenn aber die Natur-Lehre ohne eine gründliche Einsicht in die Mathematic nicht vollkomment und nach ihrer wahren Beschaffenheit kan erkennet werden, so folget daher nothwendig, daß solche Naturforscher zu erwehlen sind, welche in der Mathematic eine gute Erkenntniß besitzen.* »

28. Zimmermann, 1746, §13, pp. 29-30 : « *Die mathematische Classe verdienet verschiedenen Ursachen wegen den Vorzug, in solche können die* Membra Honoraria, *welche in der Mathematic eine Einsicht haben, nebst denen der* Professor Matheseos, *denn ein* Mechanicus, *den besonders in der Zimmer-Arbeit, dem Maschienen-Wesen, und Modelliren geschickt ist, ferner der Zeichen-Meister, und endlich ein Markscheider, der aber auch einige Principia in der Mathematic haben muß, gesetzet werden.* » C'est Zimmermann qui souligne.

29. Zimmermann, 1746, §24, p. 55.

gestion de la Saxe. L'état des finances ne permet pas de dégager les sommes nécessaires. À partir de 1756, le déclenchement de la guerre de Sept Ans, qui se déroule principalement sur le territoire saxon, rend impossible la création d'une institution d'enseignement.

2.1.2 La création de l'Académie des mines, une entreprise politique ?

> « À ceux que mécontentent tous les instituts qui ressemblent trop à des écoles, cette manière d'améliorer l'exploitation des mines par l'investigation des sciences semblera ridicule, et ils croiront qu'il ne s'agit que d'élucubrations fantaisistes qui ne peuvent apporter aucune amélioration pratique réelle. » [30]
>
> C.F. Zimmermann, *Ober-Sächsische Berg-Academie*, 1746.

L'illusion d'une science nécessaire au progrès technique

L'Académie des mines de Freiberg (*Bergakademie Freiberg*) est fondée en 1765. Il s'agit alors d'un établissement modestement doté d'un point de vue financier, mais qui bénéficie d'un soutien politique important. Avant d'étudier plus en détail sa fondation et son organisation, on peut se poser la question de sa nécessité. En quoi une institution dédiée à la formation d'un personnel spécialisé dans l'exploitation des ressources minières est nécessaire en 1765 ? Et en quoi est-il indispensable d'assurer une formation en mathématiques pour la bonne marche des mines à cette époque ? La justification de la fondation de l'Académie des mines de Freiberg prend la plupart du temps une forme semblable à celle exprimée, lors du centenaire de sa fondation, par Friedrich Constantin von Beust (1806-1891), capitaine des mines de Freiberg, dans un article intitulé « Sur l'influence du développement scientifique sur l'exploitation des mines et la métallurgie au cours du dernier siècle » :

> « La somme des expériences accumulées au cours des nombreux siècles passés ne suffisait plus, à elle seule, pour remédier efficacement aux difficultés croissantes de l'exploitation des mines et des forges, et l'on dut développer des techniques minières et métallurgiques sur une base scientifique afin de garantir l'existence de l'exploitation minière. » [31]

Cette présentation possède l'avantage de la simplicité. Un problème y est clairement identifié et la science est perçue comme la solution unique et naturelle. Cette vision de

30. Zimmermann, 1746, §21, p. 46 : « *Denenienigen, welchen alle Anstalten, die zu sehr nach der Schule schmecken verdrüßlich sind, wird diese Art, den Bergbau durch Erhebung der Wissenschaften zu verbessern, lächerlich vorkommen, und sie werden glauben, daß dieses nur ausgeheckte Grillen sind, und kein wahre practische Verbesserungen abgeben können.* »

31. Beust, 1867, p. 1 : « *Bei den im Laufe vieler Jahrhunderte mehr und mehr gesteigerten Schwierigkeiten des Berg- und Hüttenbetriebes die Summe der gewonnenen Erfahrungen allein nicht mehr ausreiche, jenen Schwierigkeiten wirksam zu begegnen, und daß man daher die Berg- und Hüttentechnik auf wissenschaftlicher Grundlage entwickeln müsse, um dem Bergbau eine gesicherte Existenz zu verschaffen.* »

l'histoire des sciences et des techniques doit pourtant être contestée, car elle trouve son origine au cœur du XIXe siècle, époque à laquelle le mythe du progrès scientifique nécessaire règne en maître. Afin de déterminer si elle est rétrospective en présentant comme nécessaire et évident le recours aux sciences pour résoudre les problèmes techniques, il faut tout d'abord vérifier l'existence de « difficultés croissantes ». Il faut ensuite chercher à les préciser afin de voir si elles rentrent dans le champ d'action de la science (il est possible qu'elles soient d'une autre nature, par exemple économique ou politique). Il semble effectivement que les difficultés évoquées par von Beust aient existé, sans qu'il s'agisse exclusivement de problèmes techniques ou scientifiques. Tout d'abord, la situation de la Saxe est économiquement désastreuse après la guerre de Sept Ans [32] ; elle est encore aggravée par l'irrégularité de la production des mines, source de revenus essentielle pour l'État. En 1746, Zimmermann explique qu'il « est indéniable que l'exploitation des mines dans la plupart des endroits n'est aujourd'hui plus aussi abondante qu'elle l'était auparavant. » [33] Depuis la fin du XVIe siècle, la production d'argent est en recul : si l'on prend comme indice 100 la quantité d'argent produite annuellement pendant la décennie de la création de l'Académie des mines de Freiberg (1760), on constate que deux siècles plus tôt, entre 1561 et 1580, la production annuelle était de 161 [34]. La production s'est certes légèrement améliorée en valeur absolue par rapport au début du siècle (1701-1720 : indice 86), mais a diminué en valeur relative en raison de l'explosion de l'importation de métaux en provenance d'Amérique. De manière générale, les contemporains constatent un déclin dans l'exploitation des filons de surface en Saxe, notamment dû à l'absence d'investissements [35]. On a donc une diminution des revenus alors même que les solutions techniques sont plus complexes et plus coûteuses à mettre en œuvre, ce que Zimmermann résume de la manière suivante : « les riches filons sous le gazon ont été extraits jusqu'au bout, il n'y a plus rien à trouver là-haut ; on a donc besoin de travail, on a besoin de dépenses, et on a donc aussi besoin d'intelligence si l'on veut économiser les deux » [36].

Dans ce contexte, les sciences mathématiques et mécaniques étaient-elles capables de fournir des solutions concrètes aux problèmes rencontrés ? De ce point de vue, la nécessité de l'utilisation des sciences pour surmonter la diminution de la production nous semble pouvoir

32. Keller, 2002, pp. 154-159 ; Baumgärtel, 1963, pp. 62-70.

33. Zimmermann, 1746, p. 40 : « *Es ist nicht zu leugnen, daß der Bergbau an denen meisten Orten ietziger Zeit nicht mehr so ergiebig ist, wie vor diesen.* »

34. Ce déclin est partiellement compensé par le développement de l'extraction d'autres métaux ou éléments liés (cobalt, antimoine, nickel). Sur l'évolution des extractions à Freiberg, voir M. Guntau, « Zur Rolle der Wissenschaften in der Geschichte des sächsischen Montanwesen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts » *in* Hascher *et al.*, 2005, pp. 12-13. Les quantités en valeurs absolues sont données dans Soetbeer, 1879.

35. Trebra, 1787, pp. 131-135, revient en détail sur les causes du ralentissement de l'exploitation en Saxe.

36. Zimmermann, 1746, p. 40 : « *die reichen Anbrüche unterm Rasen sind weggehauen, oben herum ist nichts mehr zu finden, man braucht also Arbeit, man braucht Kosten, man braucht auch Verstand, wenn man beides ersparen will* ».

être contestée pour au moins deux raisons. D'une part, les problèmes de l'exploitation minière saxonne ne sont ni radicalement nouveaux, ni d'une intensité substantiellement supérieure aux périodes précédentes. On chercherait en vain un « obstacle » technique que seules les sciences mécaniques seraient à même de franchir. Ce n'est qu'au XIXe siècle que l'extraction change de dimension, avec l'extraction non plus seulement de minerai mais d'énormes quantités de matières premières à grande profondeur (houille, charbon). D'autre part, la science semble à cette époque n'avoir que peu de solutions à offrir. Des machines sont bien utilisées pour l'extraction, l'évacuation de l'eau, l'aération puis pour la préparation et la fusion du minerai. Elles sont cependant rares dans les Monts Métallifères, où les puits de mines sont généralement peu profonds et fonctionnent exclusivement avec de l'énergie humaine, animale, plus rarement hydraulique en raison d'un approvisionnement en eau insuffisant. Ce n'est qu'après la création de l'Académie des mines que les machines commencent à être utilisées de manière systématique, et la vapeur n'est introduite en Saxe que dans le second quart du siècle suivant. Von Beust le constate lui-même et formule on ne peut plus clairement le problème que nous allons tenter d'expliquer : « lorsque l'on chercha il y a 100 ans [c.-à-d. en 1766] à introduire dans l'exploitation des mines et dans la métallurgie la science de manière systématique, celle-ci ne proposait en proportion que peu de soutien » [37]. Il va plus loin et reconnaît que l'on ne « pouvait à l'époque avoir aucune idée du développement formidable qu'elle pourrait prendre dans toutes les directions » [38]. Il semble donc que l'introduction de la science dans les techniques minières ait avant tout relevé d'un choix politique qui s'est ensuite révélé judicieux.

L'idée d'une recherche scientifique organisée, qui cherche à faire des découvertes changeant radicalement la manière de pratiquer les activités technico-scientifiques, pour aboutir à une augmentation qualitative et quantitative de la production, ne se met en place qu'au XIXe siècle. En 1765, il est impossible de prévoir l'importance que va prendre l'enseignement des mathématiques, et plus encore leur utilisation systématique pour résoudre les problèmes liés à l'exploitation des mines. Il faut donc se garder de proposer une vision rétrospective de l'histoire des mathématiques à l'Académie des mines [39]. Dans ces conditions, nous devons comprendre pourquoi et comment les mathématiques en sont venues à occuper un rôle de premier plan dans les programmes de l'Académie de Freiberg. Si la mécanique et l'hydraulique étaient à la fin du XVIIIe siècle incapables d'accroître substantiellement la production, pourquoi donc enseigner la discipline abstraite qui leur sert de langage ?

---

37. Beust, 1867, p. 2 : « *als man vor 100 Jahren die Wissenschaft systematisch in den Berg- und Hüttenbetrieb einzuführen suchte, bot dieselbe verhältnismässig nur wenige Unterstüzung dar* ».

38. Beust, 1867, p. 2 : « *man konnte damals noch keine Ahnung haben von den riesenmässigen Entwicklung, welche dieselbe in ihren verschiedenen Richtungen nehmen sollte* ».

39. L'idée selon laquelle le recours à la science à la fin du XVIIIe siècle relève avant tout d'un choix politique et ne possède pas une rationalité d'ordre supérieur peut être étendue à la situation en France. Voir là-dessus l'analyse de Dhombres, 1989, p. 46 et suivantes.

Lors de la création de l'Académie, les mathématiques ne sont pas vues comme un outil pour révolutionner l'exploitation des mines ou permettre le développement de nouvelles techniques. Elles constituent un ensemble de pratiques à l'aide desquelles certains observateurs avisés espèrent rationaliser les pratiques déjà existantes. F.W. von Oppel, qui dirige l'administration des mines et est lui-même mathématicien, les considère comme nécessaires pour comprendre les autres sciences minières : « les mathématiques, et particulièrement la mécanique, restent une fois pour toutes la première [science] avec laquelle celui qui cherche à obtenir le nom de connaisseur des sciences minières pourra poser les fondations des autres sciences qui lui seront nécessaires. » [40] Ce n'est toutefois pas parce qu'un auteur, bien qu'il possède une influence politique certaine, envisage une rationalisation et une utilisation systématique des sciences mathématiques dans l'exploitation des mines, qu'il est en cela représentatif des points de vue ou des pratiques de son époque. La fin du XVIIIe siècle est en Saxe une période où les techniques et l'ingénierie ne sont pas encore entrées dans la révolution industrielle. Bien que certains techniciens et administrateurs pensent qu'une éducation scientifique peut permettre d'améliorer la production, il n'y a pas ici de nécessité interne au développement et à l'évolution des disciplines minières qui rendrait indispensable le recours aux mathématiques. La création de l'Académie des mines en 1765, bien plus que le résultat d'un besoin technique ou scientifique, sera donc la conséquence d'une volonté politique.

La création de l'Académie des mines par F.A. von Heynitz

La guerre de Sept Ans se termine par la signature, à Hubertsbourg en Saxe, d'un traité de paix entre la Prusse et ses adversaires. Ruinée par la guerre, la Saxe renonce à la Pologne qu'elle occupait et voit le roi Auguste III mourir le 5 octobre 1763. La direction du pays est alors confiée à un régent, Franz Xaver von Sachsen (1730-1806). L'importance de ce contexte politique sur le développement des institutions scientifiques ne doit pas être sous-estimée. Après 1763, la Saxe abandonne toute velléité d'être une grande puissance européenne et développe une politique intérieure active ; la gravité de la situation amène des réformes importantes de l'administration. Les revenus principaux de l'État proviennent à l'époque des taxes sur l'exploitation des ressources naturelles - mines et forêts au premier rang - et non pas des impôts sur les personnes ou les activités marchandes [41]. Dans ces conditions, on voit à quel point la question de la formation des techniciens et officiers des mines est un des points centraux de ce mouvement de réforme. Une commission de restauration du pays (*Restaurations-kommission*), mise en place dès 1762, est chargée de redresser le pays, ce qui signifie avant tout prendre d'importantes mesures économiques visant à favoriser l'industrie

40. Oppel, 1749, p. 29 : « *So bleibet allemal die Mathematik und besonders die Mechanik, das erstere, womit demjenigen, der sich den Namen eines Bergwerksverständigen verdienen will, sehr anständig ist, den Grund zu denen übrigen ihm nöthigen Wissenschaften zu legen.* »

41. Voir là-dessus Wakefield, 2009, pp. 22-23 et 34-36.

et le commerce [42]. Un comité est chargé en 1764 de superviser cet aspect de la réforme, la *Députation de l'agriculture, de l'économie, de la manufacture et du commerce* (*Landes-, Ökonomie-, Manufaktur-, und Kommerziendeputation*, dans la suite du texte LOMK), qui va jouer un rôle important dans le développement ultérieur de l'enseignement technico-scientifique.

Friedrich Anton von Heynitz (1725-1802) est chargé de réformer l'exploitation des mines, domaine à première vue éloigné aussi bien de l'enseignement que des mathématiques. Après avoir étudié à Freiberg auprès de techniciens et de savants en 1744-1745, il entre au service de l'État de Braunschweig où il reste jusqu'en 1763 [43]. Rappelé en Saxe, il est nommé vice-capitaine des mines et rapidement promu commissaire supérieur des montagnes à l'*Oberbergamt*, sous la responsabilité directe du conseil des finances. C'est alors qu'il propose, pour relancer l'activité des mines, une première amélioration concernant l'enseignement. Elle concerne le système de bourses, qui verrait son montant augmenter fortement. Il deviendrait ainsi possible de financer des cursus de trois ans, au cours desquels un étudiant étudierait deux années sous la direction du capitaine des mines avant d'entreprendre une série de voyages pour se perfectionner. En 1765, une étape supplémentaire est franchie lorsque von Heynitz arrive à convaincre le prince régent de considérer l'idée d'un établissement d'enseignement. Selon son plan, cette institution doit donner une formation scientifique de haut niveau aux étudiants, mais également leur garantir des compétences pratiques et directement utilisables, contrairement à l'université qui n'assure qu'une connaissance académique. En 1765, les *Gelehrte* qui ont étudié à l'université de Leipzig connaissent les mathématiques appliquées et théoriques, sans savoir comment les mettre en pratique, tandis que les officiers des mines n'ont pas de formation académique. Lorsque le régent accepte, il s'agit de la première académie des mines dans l'espace germanophone, et son importance pourrait difficilement être exagérée. En effet, l'université possède alors le monopole de la formation des fonctionnaires ; elle était même jusque là la seule institution d'enseignement supérieur présente en Saxe. Le projet est formalisé le 13 novembre 1765, avant d'être officiellement signé le 4 décembre de la même année.

L'avantage est d'autant plus grand pour l'État que l'université bénéficie traditionnellement d'une large indépendance, aussi bien du point de vue juridique que dans le choix des enseignements et des professeurs, tandis que l'Académie est dès sa création sous l'autorité directe du gouvernement. Dans le texte officiel annonçant la création de l'Académie des mines [44], la volonté politique clairement affichée est de former le personnel des mines. Les

42. Selon Keller, 2002, pp. 150-155, le seul paiement des intérêts des dettes du gouvernement et des communes saxonnes représentait à la fin de la guerre les deux tiers des revenus de l'État.

43. Pour plus d'informations biographiques, notamment sur ses activités ultérieures en Prusse, voir ADB, vol. 55, 1910, pp. 493-500, et surtout Weber, 1976.

44. UAF - OBA 236, pp. 75r-84v : *Haupt-Plan zum neuen Instituto zu Freyberg und zwar so wohl zu der neu errichteten Bergacademie, nebst denen an Besoldungen und Prämien und sonst damit verbundenen*

étudiants, en particulier ceux qui ne sont pas Saxons, doivent s'engager par écrit « à ne jamais utiliser les connaissances acquises [...] au détriment de l'État de Saxe, et à ne pas entrer au service d'un autre maître sans autorisation écrite du maître de ces terres » [45]. À supposer que cette autorisation soit donnée, la personne s'engage à verser à l'État de Saxe une importante somme en dédommagement.

L'institution est attractive, car elle continue à offrir un large système de bourses, tout en se protégeant solidement contre la diffusion hors de l'État des enseignements qu'elle dispense. L'Académie vise à délivrer un nouveau type de savoirs, à mi-chemin entre l'enseignement académique et les connaissances pratiques de l'exploitation minière. L'organisation de l'enseignement va naturellement évoluer entre 1765 et 1850, mais on peut d'ores et déjà signaler plusieurs points remarquables. Tout d'abord, si certains étudiants étrangers (*Ausländer*) et saxons (*Extraner*) peuvent, moyennant finance, choisir les cours théoriques auxquels ils veulent assister, les « vrais académiciens » (*wirkliche Akademisten*) doivent suivre un cursus de trois ans, défini par les professeurs en accord avec l'*Oberbergamt*. L'institution peut ainsi avoir une vraie réflexion pédagogique et définir l'ordre dans lequel les matières doivent être enseignées : pour les mathématiques, le soin porté à la coordination des enseignements se révèle particulièrement efficace. Ensuite, chaque matière est enseignée sur une base annuelle, et non pas semestrielle comme à l'université ; les étudiants sont évalués de manière régulière, ainsi que lors d'un examen final dont les enseignants doivent communiquer les résultats à l'administration. Nous verrons que, pour certaines matières, le professeur se réserve le choix des auditeurs, et que les étudiants suivent des formations légèrement différentes selon les professions auxquelles ils se destinent. Dès sa fondation, l'Académie des mines possède donc un contrôle beaucoup plus étroit sur les programmes et sur les étudiants, tout en étant elle-même sous l'autorité du gouvernement par l'intermédiaire de l'*Oberbergamt*. Son organisation en fait un puissant levier pour appliquer une politique scientifique déterminée.

Ausgaben, als auch zu Vertheilung der für gewiße Stipendiaten jährlich ausgesetzten Stipendien-Gelder.

45. UAF, OBA 236, pp. 83v-84r : « *daß er seine* [...] *erlangte Känntniße niemahle zum Nachtheil der Chür-Sächsische Lande anwende, auch ohne hiesige Landesherrliche drücklich zu docirende Bewilligung in andere Herren Dienst sich nicht begeben* ».

2.1.3 L'enseignement théorique et universitaire de J.F.W. Charpentier

Dans un premier temps, la situation financière de l'Académie est assez médiocre et l'État ne participe qu'à hauteur de 1 535 talers par an [46]. Cette somme est faible et comprend essentiellement le salaire des deux enseignants, dont un pour les mathématiques, Johann Friedrich Wilhelm Charpentier (1738-1805), son salaire annuel s'élevant à 300 talers [47]. La modeste somme de 100 talers annuels est attribuée pour l'acquisition de livres et de matériel, et c'est le conseil des finances qui, par l'intermédiaire de l'OBA, a la dernière main en matière de choix des ouvrages [48]. La construction d'un établissement est décidée par une ordonnance du 5 juillet 1766, qui propose également le plan des enseignements (voir figure 8), les cours ayant déjà commencé à Pâques de la même année. L'ouverture rapide de l'Académie n'est ainsi permise que par les donations, en manuels scolaires, en instruments mais aussi en argent (1 400 talers) de plusieurs personnes, dont F.W. von Oppel.

J.F.W. Charpentier est chargé de rédiger le programme et d'enseigner les différentes matières mathématiques. Issu de la noblesse de Dresde, il a étudié à l'université de Leipzig le droit et les mathématiques ; mais il ne connaît pas les sciences minières, si bien qu'il doit également s'inscrire comme étudiant [49]. Il détaille le programme qu'il entend suivre dans une lettre du 7 janvier 1766 qui témoigne d'une vision très académique du rôle des mathématiques. Charpentier souligne la nécessité de commencer par les mathématiques pures, car « il est connu que cette science est à la base de toutes les autres sciences des montagnes » [50], et annonce qu'il va utiliser l'ouvrage classique de Wolff, les *Éléments de mathématiques* (*Anfangsgründe des mathematischen Wissenschaften*), en présentant cependant l'arithmétique de manière plus élémentaire que l'auteur afin de la rendre plus utile (*brauchbarer*) aux étudiants. Selon la brochure officielle imprimée annonçant l'ouverture de l'Académie, la partie théorique des enseignements comprend notamment les mathématiques élémentaires : « les mathématiques pures, c'est-à-dire le calcul, la mesure et la mesure des

46. La partie fixe du budget est même inférieure (1 200 talers annuels), si bien que l'enseignement est organisé dans la demeure du capitaine des mines (*Oberberghauptmann*) F.W. von Oppel.

47. Voir UAF - OBA 236, p. 76v. Le budget total indiqué ici diffère légèrement de la somme donnée dans Reich, 1850, p. 4 qui indique 1 562,5 talers. Cette somme correspond à l'ordonnance du 22 mars 1766 (que l'on retrouve dans un rapport à l'*Oberbergamt*, UAF - OBA 237, p. 142v), tandis que notre chiffre de 1 535 talers provient des archives de l'Académie : le plan de 1766 (UAF - OBA 236, pp. 75r-84v) contient un chiffrage précis des dépenses et recettes, détaillé par entrées. L'autre enseignant, Christlieb Ehregott Gellert (1713-1795), enseigne la chimie et la métallurgie.

48. UAF - OBA 236, p. 80r : ceci est une différence notable avec le système universitaire. Cette décision est néanmoins surprenante, et probablement de pure forme, car elle signifie que la direction des mines a le dernier mot sur le choix des manuels de mathématiques (« *in der reinen Mathematic und besonders in der Mechanic und Hydraulic* »), où elle n'est pas *a priori* compétente.

49. Voir sa notice biographique p. 496.

50. UAF, OBA 236, p. 9r : « *es ist bekannt daß diese Wissenschaft der Grund aller übrigen Berg-Wissenschaften seÿe* ».

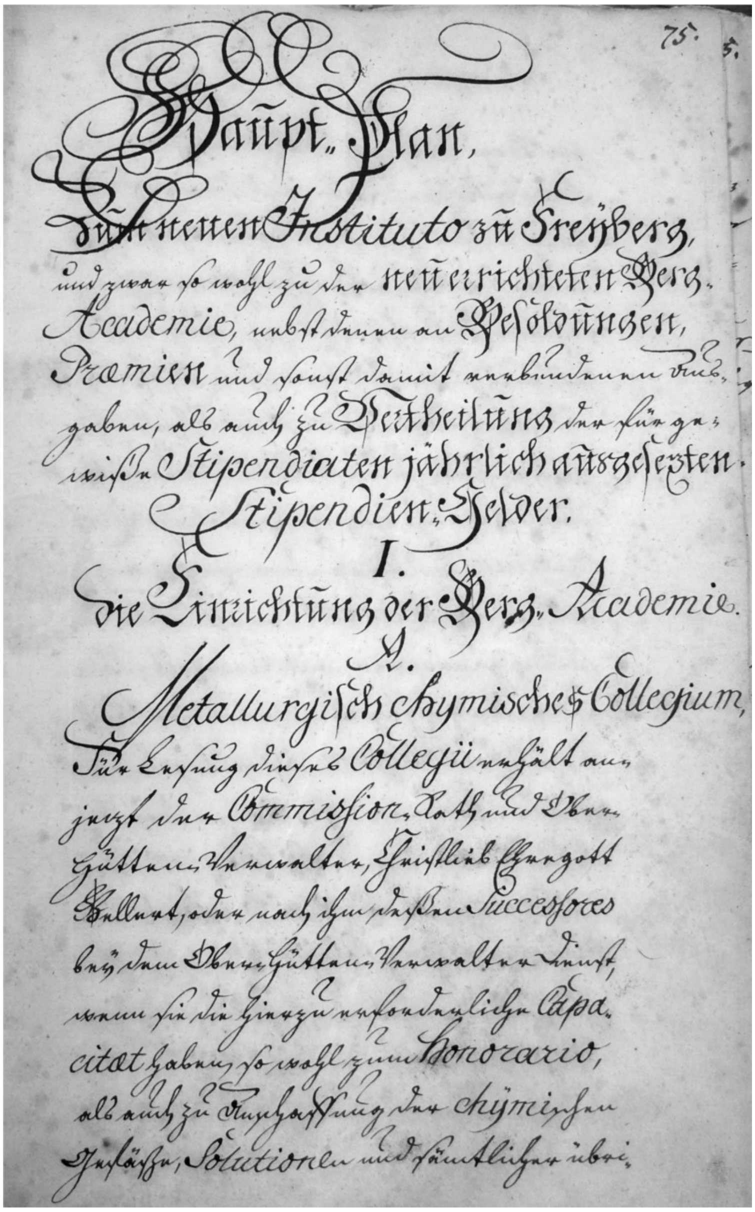

Haupt-Plan,
zum neuen Instituto zu Freyberg,
und zwar so wohl zu der neu errichteten Berg-
Academie, nebst denen an Besoldungen,
Premien und sonst damit verbundenen Aus-
gaben, als auch zu Vertheilung der für ge-
wisse Stipendiaten jährlich ausgesetzten
Stipendien-Gelder.
I.
die Einrichtung der Berg-Academie.
A.
Metallurgisch chymisches Collegium.
Für Lehrung dieses Collegii erhält an-
jetzt der Commission-Rath und Ober-
Hütten-Verwalter, Christlieb Ehregott
Gellert, oder nach ihm dessen Successores
bey dem Ober-Hütten-Verwalter-Dienst,
wenn sie die hierzu erforderliche Capa-
citaet haben, so wohl zum Honorario,
als auch zu Anschaffung der chymischen
Gefäße, Solutionen und sämtlicher übri-

FIGURE 8 – Constitution de l'Académie de Freiberg (1766, UAF - OBA 236, p. 75r).

angles » [51]. Ce cours s'adresse à la fois à des personnes déjà employées au service des mines et aux étudiants. Les enseignements ont lieu deux fois par semaine et sont publics. Toujours dans la partie théorique, Charpentier assure aussi un cours « en mécanique, aérométrie, hydrostatique et hydraulique, pour ceux qui s'y sont suffisamment préparés par de bonnes connaissances en mathématiques pures » [52]. Les deux matières mathématiques qui composent cette partie théorique correspondent en tous points à ce que nous avons vu à la même époque à Leipzig. Ce fait n'est pas étonnant au vu de la biographie de l'enseignant : ancien

51. UAF - OBA 236, p. 122v : « *die reine Mathematic, als Rechen-Kunst, Meß-Kunst, und Winckel-Meß-Kunst* ». La brochure, intitulée *Avertissement*, se trouve pp. 115-122.

52. UAF - OBA 236, p. 122v : « *welche durch guten Begriff der reinen Mathematic sich dazu genugsam vorbereitet haben, in der Mechanic, Aerometrie, Hydrostatic und Hydraulic* ».

étudiant de l'université, Charpentier reprend la distinction classique entre mathématiques pures élémentaires et mathématiques appliquées, ainsi que le contenu qui y correspond.

Mais il ne peut, dans un premier temps, enseigner les mathématiques pratiques, c'est-à-dire l'utilisation concrète des mathématiques dans l'exploitation des mines, puisqu'il ne les connaît pas. L'absence de lien entre les mathématiques et les travaux d'hydrauliques tels qu'ils sont alors menés à Freiberg est explicitement notée par Carl Abraham Gerhardt (1738-1821), conseiller des mines prussien en visite à Freiberg en 1770 [53]. Les cours de mathématiques pratiques sont donc assurés par des ingénieurs selon les méthodes habituelles. Ces savoirs pratiques sont protégés : les cours de géométrie souterraine, mais aussi ceux concernant la fabrication d'instruments et de machines, sont privés et réservés à deux, parfois trois étudiants saxons par an, choisis par les enseignants. À partir de 1769, Charpentier introduit des cours de physique et prend en charge la bibliothèque, toujours avec ce souci d'économie qui va présider à toutes les décisions dans les premières années de l'Académie. Sa charge administrative est particulièrement importante puisqu'il doit rédiger toutes sortes de comptes rendus et d'examens, sur les étudiants, les matières enseignées et l'orientation pédagogique de l'établissement. Il devient progressivement un membre important de l'*Oberbergamt*, dont il assure même la direction à partir de 1802. On peut penser qu'il a ainsi contribué à améliorer le prestige des mathématiques à l'Académie de Freiberg. Mais beaucoup plus concrètement, cela signifie qu'il n'a pas le temps de mettre au point un programme de mathématiques qui rompe avec l'aspect universitaire. La distinction entre les mathématiques appliquées de type universitaire et les mathématiques pratiques des ingénieurs existe donc toujours, et son enseignement n'est pas réellement adapté aux exigences de l'exploitation des mines. Cette conception de l'enseignement des mathématiques sous Charpentier est vivement débattue. Une partie de l'administration des mines souhaiterait que l'orientation universitaire soit abandonnée au profit d'une proximité plus grande avec les utilisations concrètes des mathématiques, géométrie souterraine et construction de machines. En 1770, un rapport de l'*Oberbergamt* sur l'Académie des mines est rédigé par un certain Magnus Luhtwar qui aborde, parmi de nombreux autres sujets, l'enseignement des mathématiques :

> « Lors de l'entretien qu'il a eu avec le PROFESSEUR CHARPENTIER, le GENERAL BERG-COMMISSARIUS a témoigné à celui-ci avant tout sa satisfaction envers ses efforts, visibles lors de l'ÉVALUATION du jour précédent, dans l'enseignement dispensé jusqu'à présent aux ÉTUDIANTS. Il a ensuite déclaré, qu'il souhaitait seulement encore que, dans les enseignements THÉORIQUES [illisible], l'utilisation PRATIQUE soit également plus prise en compte, et que soit montrée immédiatement à celui qui apprend l'influence des connaissances MATHÉMATIQUES pour la théorie des MACHINES et la géométrie souterraine ; par conséquent, de travailler en détail aussi bien les ENSEIGNEMENTS de la géométrie souterraine de

53. Klein, 2010, pp. 451-453. U. Klein analyse le rapport adressé le 24 mars 1770 par C.A. Gerhardt à sa hiérarchie, qui se trouve dans Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, I. HA, Rep. 121, Nr. 7957.

> manière scientifique, et lorsque cela est possible de manière plus claire, que les avantages [des mathématiques] pour les MACHINES qui servent à l'exploitation des mines. »[54]

Ce rapport illustre clairement l'autorité de l'administration des mines sur l'organisation même des enseignements en mathématiques. Il montre bien que les professeurs de l'Académie sont inspectés afin de vérifier si le contenu de leurs cours correspond à ce que la hiérarchie de l'*Oberbergamt* attend. Nulle trace ici de la célèbre "solitude et liberté" (*Einsamkeit und Freiheit*), c'est-à-dire l'indépendance presque absolue que possèdent les professeurs d'université[55]. L'enseignant, bien qu'autonome, ne possède pas à l'Académie des mines la liberté de méthode ou d'orientation de son cours ; pas de solitude non plus, puisque outre l'autorité de l'administration, il doit aussi s'efforcer d'articuler son enseignement avec celui de ses collègues. Dans le cas présent, le cours de mathématiques pures de Charpentier doit être envisagé comme délivrant les connaissances préalables nécessaires aux cours de théorie des machines et de géométrie souterraine. Ce qui lui est ici reproché est bien le manque d'utilité (*Brauchbarkeit*) de son enseignement, alors que le *Berg Commissarius* M. Luhtwar veut encourager une plus grande utilisation des mathématiques dans l'exploitation des mines.

Il nous semble important de remarquer que la demande qui est faite à Charpentier est assez inhabituelle. Il n'existe en effet nulle part en Allemagne d'institution où l'on enseigne avec une telle proximité les mathématiques théoriques et leur utilisation dans les mines. L'enseignement des mathématiques à Freiberg aurait d'ailleurs pu conserver son organisation initiale pendant plusieurs décennies, avec un professeur venu de l'université, qui enseigne les mathématiques pures élémentaires et quelques notions de mathématiques appliquées. Dans les autres académies des mines, comme celle de Schemnitz, les mathématiques sont cantonnées à la première année d'étude. Elles n'y sont pas enseignées dans un but pratique, en lien avec les sciences minières proprement dites ou la géométrie souterraine. Comme dans les écoles secondaires ou à l'université, elles servent un but propédeutique, leur rôle étant uniquement d'aiguiser l'esprit de l'auditeur[56]. Si l'enseignement des mathématiques

54. UAF - OBA 237, pp. 193v-194r : « *Bey so dann erfolgter Vornehmung des H.* PROFESSORIS CHARPENTIER, *bezeigten der* HERR GENERAL BERG COMISARIUS *demselben zuforderst über die bey dem gestrigen* EXAMINE *wahrgenommener Bemühung in dem denen* BERGACADEMISTEN *bisher ertheilten Unterricht, Ihre Zufriedenheit und äußerten weiter, wie sie nur noch wünschten, daß beÿ* [illisible] THEORETISCHEN *Unterricht zugleich die* PRACTISCHE *Anwendung mehr mitgenommen, und der Einfluß den die* MATHEMATISCHE *Känntnis in das* MASCHINEN *Wesen und die Marckscheider Kunst habe, denen Lernenden so gleich mitgezeiget, folglich so wohl die Marsksheider* PROPOSITIONES *wißenschaftlich durchzuarbeitet, und wo möglich in ein beßeres Licht geheget, als auch die beÿ denen Bergwerck*MASCHINEN *sich zeigende Vortheile mehr klar gemacht worden.* » Les petites capitales sont de Magnus Luhtwar.

55. Sur le statut du professeur d'université et le concept de *Einsamkeit und Freiheit*, voir Schubring, 1991. La formule est de W. von Humboldt, qui l'utilise en particulier dans un texte, *Sur l'organisation interne et externe des établissements scientifiques supérieurs à Berlin*, rédigé en 1809 et qui a exercé une influence considérable sur l'enseignement supérieur (Humboldt, 1979 [1809]).

56. Voir Faller, 1871, pp. 9-14. À Schemnitz, la première année est consacrée à l'enseignement de l'arithmétique, algèbre, géométrie et trigonométrie (ce qui correspond aux mathématiques pures

est profondément transformé à Freiberg durant le dernier quart du XVIII^e siècle, et si un lien étroit avec l'exploitation des mines s'y développe, c'est principalement pour deux raisons. La première est la création, en 1776, d'une École des mines ; la seconde est l'arrivée au début des années 1780 d'un nouvel enseignant de mathématiques, Johann Friedrich Lempe.

La *Bergschule*, une école préparatoire à l'Académie des mines

Afin d'améliorer la formation du personnel et l'exploitation des mines, F.A. von Heynitz et Charpentier décident de créer à Freiberg une école secondaire, l'École des mines (*Bergschule)*. Les informations sur la fondation de cette école, trop peu étudiée jusqu'à présent, sont assez fragmentaires, les archives de l'*Oberbergamt* relatives à ce sujet ayant été détruites [57]. Elle semble avoir été envisagée dès la fin des années 1760, mais l'ordre de création est officiellement formulé le 22 juin 1776, puis complété le 24 avril 1779. À cette époque, Freiberg possède déjà plusieurs écoles primaires et une école secondaire classique. Ce nouvel établissement est néanmoins particulier, car il est conçu en étroite collaboration avec l'Académie des mines. Il est placé sous l'autorité administrative non pas de l'*Oberconsistorium* de Dresde ou de la ville de Freiberg, comme les autres écoles, mais de l'administration des mines. Il comprend à la fois une classe primaire qui peut accueillir 24 élèves, dont le but est d'apprendre la religion, la lecture et le calcul, et une classe secondaire chargée de préparer les jeunes gens les plus doués à l'Académie des mines. Pour cette dernière classe, von Heynitz décide d'employer un ancien étudiant de l'Académie et futur professeur, J.F. Lempe, qui enseigne le dessin géométrique et l'exploitation des mines.

La *Bergschule* propose ainsi non seulement une formation générale, mais les bases spécifiques en mathématiques pour ceux qui veulent plus tard étudier à la *Bergakademie*. Dès 1779, deux anciens élèves de l'École intègrent l'Académie. En 1786, une nouvelle ordonnance rattache même administrativement l'École des mines à la *Bergakademie* [58], tandis que Lempe est remplacé par un fonctionnaire des mines, le *Bergfaktor* Goldberg. En 1794, l'École compte toujours deux classes, mais il semble que son rôle ait fortement évolué. Il ne s'agit plus du tout d'une école partiellement primaire puisque le programme de mathématiques de la classe inférieure comporte l'arithmétique générale jusqu'aux racines carrées et cubiques, une partie de la trigonométrie plane, de la stéréométrie et du dessin technique. L'arithmétique est enseignée à l'aide du *Manuel de calcul minier* que Lempe a conçu en 1782 et utilise

élémentaires), et de la physique, mécanique, hydrostatique, hydrodynamique, aérométrie et optique (il s'agit exactement du contenu des manuels universitaires de mathématiques appliquées, comme dans Kästner, 1759a).

57. Kaufmann, 1924, p. 4, précise qu'elles ont été envoyées au pilon.

58. Cette institution d'enseignement primaire et secondaire est donc rattachée au conseil des finances (*Finanz-Collegio*) par l'intermédiaire de l'*Oberbergamt*, et non pas à celui de l'éducation. Il en résulte un contrôle plus direct. Nous ne connaissons malheureusement pas les sources de financement de l'établissement qui pourraient mieux nous renseigner sur sa politique d'enseignement.

à l'Académie [59]. La classe supérieure aborde les principes de la géométrie souterraine, de l'exploitation des mines et de l'arpentage dans l'objectif avoué de préparer les élèves à intégrer la *Bergakademie*. Dans un rapport administratif rédigé en 1795, A.G. Werner, alors directeur de l'Académie, vante l'enseignement mathématique dispensé dans la classe supérieure de la *Bergschule* : « *L'enseignement* court et populaire en mathématiques pures, que les élèves qui ont été acceptés à l'Académie après *la classe supérieure de l'École des mines locale* ont déjà reçu dans celle-ci, est une très bonne *préparation* aux cours de l'Académie des mines sur ce même sujet. » [60] Au début du XIXe siècle, l'établissement est renommé « École principale des mines » (*Hauptbergschule*) et garde un lien étroit avec l'Académie [61]. Le 26 juillet 1826, l'*Oberbergamt* recommande de diviser les élèves en deux groupes, ceux qui se destinent à la *Bergakademie* et ceux qui envisagent uniquement un service pratique dans les mines. Dès l'année suivante, un examen de passage est instauré entre les deux institutions ; il comporte certes plusieurs matières, « mais cependant principalement l'arithmétique et la géométrie, et celle-ci de manière approfondie, ainsi que le dessin. » [62]

Bien que l'État saxon n'arrive pas à réformer le système d'enseignement secondaire, l'Académie de Freiberg dispose ainsi, au tournant du XIXe siècle, d'une formation préparatoire de haut niveau en mathématiques. Outre le manuel de Lempe, on utilise également celui écrit en 1784 par un professeur de l'Académie, la *Première géométrie pour les enfants et adolescents, et la vie courante* (*Erste Geometrie für Kinder und Jünglinge, und das gemeine Leben*) de F.G. von Busse. Grâce à cette formation initiale, la plupart des auditeurs des cours de mathématiques de première année à l'Académie des mines possèdent donc des connaissances plus homogènes, et bien supérieures à celles de leurs homologues qui intègrent les universités de Leipzig ou Wittenberg. Les autres académies des mines de l'espace germanophone n'ont pas bénéficié d'un établissement préparatoire de ce type. Au contraire, la plupart semblent avoir à la fin du XVIIIe siècle régressé aux niveaux de simples écoles des mines. À Freiberg, la coordination entre l'École et l'Académie des mines est totale : chaque réforme de l'École est préalablement présentée à l'*Oberbergamt*, qui consulte les professeurs de l'Académie.

Lorsqu'il faudra en 1850 réformer l'enseignement général de l'École, au lieu de la rattacher aux autres écoles secondaires dont l'enseignement a été centralisé, l'administration

---

59. Lempe, 1782.

60. UAF - OBA 10, pp. 162r-162v : « *Eine sehr gute* Vorbereitung *zu dem bergakademischen Unterricht in der reinen Mathematik ist endlich bei denjenichen Subjekten, welche aus der* obern Klasse der hiesichen Bergschule *in der Akademie genommen worden, der kurze und populäre* Unterricht*, welchen sie über dergleichen Gegenstände schon aldort erhalten haben.* » C'est Werner qui souligne.

61. FGN, 1815, p. 44. En 1815, l'enseignant de mathématiques commun aux deux établissements est D.F. Hecht ; l'année suivante, les *Freyberger gemeinnutzige Nachrichten* exposent en même temps les programmes de l'École et de l'Académie (FGN, 1816).

62. Kaufmann, 1924, p. 11 : « *besonders aber auf Arithmetik und Geometrie, und zwar auf diese recht gründlich, und endlich auf Zeichnen.* »

des mines demandera à trois professeurs de la *Bergakademie* (J.A.F. Breithaupt, F. Reich et J. Weisbach) de réformer le plan d'enseignement. La *Bergschule* sert enfin plusieurs fois d'antichambre pour les futurs professeurs de mathématiques de l'Académie : outre Lempe entre 1777 et 1779, Daniel Friedrich Hecht y sera enseignant entre 1813 et 1816 avant d'être nommé second professeur de mathématiques. C'est pour l'administration des mines un autre moyen d'assurer la concordance des programmes entre l'enseignement secondaire et supérieur dans le domaine de l'exploitation des mines. Afin d'assurer que l'aspect pratique ne soit pas oublié à l'École des mines, les autres enseignants de mathématiques sont des géomètres souterrains comme Friedrich Traugott Michael Haupt (1777-1852), de 1800 à 1812, ou encore Gustav Adolf Garbe (?-1848), professeur de construction civile à l'Académie.

2.2 L'utilisation systématique des mathématiques dans l'exploitation des mines

2.2.1 Le rôle de J.F. Lempe dans l'évolution des mathématiques à Freiberg

Un mathématicien formé à l'Académie des mines et à l'université

L'enseignement des mathématiques à l'Académie des mines évolue avec la nomination de Johann Friedrich Lempe (1757-1801) au poste d'enseignant de mathématiques [63]. Né en Saxe [64] dans une famille pauvre, il commence sa carrière comme simple mineur (*Bergmann*) et semble avoir démontré suffisamment de talent pour être rapidement nommé boursier à l'Académie de Freiberg en 1773. À la fin de ses études, il est nommé en 1777 enseignant en mathématiques dans la nouvelle École des mines (*Bergschule*) et assure en parallèle quelques cours à l'Académie. Charpentier, qui doit assumer de nombreuses responsabilités administratives, songe en effet à faire de lui le professeur de mathématiques de l'Académie. Afin de favoriser sa candidature, il formule une demande à l'*Oberbergamt* pour que Lempe obtienne une bourse lui permettant d'étudier à Leipzig [65]. Il peut ainsi suivre un enseignement universitaire et assister aux cours de mathématiques, mais également de physique, de logique et de langues, entre 1779 et 1781. Parmi les cours de mathématiques proposés durant ces trois années et qu'il aurait pu suivre, on trouve essentiellement des mathématiques élémentaires et appliquées, ainsi que quelques cours d'algèbre et d'analyse finie, proposés par G.H. Borz et C.F. Hindenburg. Lempe maîtrise cependant déjà les ouvrages d'Euler, de Kästner et de Karsten avant d'entrer à l'université [66], et il est donc peu susceptible d'apprendre de nouvelles connaissances dans ces cours publics ou privés. Nous pensons que la bibliothèque universitaire, d'éventuels cours particuliers, et surtout les contacts qu'il noue avec les professeurs lui ont été plus profitables que le contenu scientifique des enseignements.

Il met à profit ses études à Leipzig pour publier deux ouvrages, dont tout laisse à penser qu'ils ont pour but d'obtenir la place de professeur à l'Académie des mines. Le premier, *Lettres sur différents objets des mathématiques* (*Briefe über verschiedene Gegenstände der*

63. Voir sa notice biographique p. 508, ainsi que Bergakademie, 1866, pp. 13-15.

64. La *Neue Deutsche Biographie* indique qu'il est né à Weida, en Thüringe, mais comme cela est correctement indiqué dans l'ADB, Weida fait à l'époque partie du *Kreis* de Neustadt, cette province étant alors rattachée à l'Électorat de Saxe. Reich, 1850, p. (7), indique qu'il venait de Großkamsdorf, petite ville voisine de Weida mais située à l'époque officiellement en Thüringe ; cet État fait alors partie de l'aire culturelle saxonne au sens large.

65. Voir TUWA, Flaxa, 1984, pp. 2-3.

66. TUWA, Flaxa, 1984, pp. 2-3. Voir la liste complète des enseignements que Lempe a pu suivre dans UBL - Vorlesungsverzeichnisse, 1779-1781.

Mathematik), tient de l'exercice de style : l'utilisation de la forme épistolaire en sciences est en effet commun dans les ouvrages à destination du public non scientifique [67]. Bien qu'il insiste plusieurs fois sur son aspect élémentaire, le livre s'ouvre sur des exercices de géométrie et de trigonométrie qui utilisent le calcul littéral. Nous avons vu que ces connaissances, loin de faire partie du bagage mathématique commun des étudiants, constituent au contraire la partie la plus difficile des mathématiques élémentaires alors enseignées à l'université. Lempe va jusqu'à introduire le calcul différentiel et intégral pour montrer « que l'on peut accomplir bien plus avec les hautes mathématiques, et qu'elles peuvent être d'une grande utilité dans la vie courante. » [68] Si les premières lettres peuvent effectivement être destinées à des étudiants, il introduit à la fin de l'ouvrage une discussion sur les logarithmes négatifs dans laquelle il cite abondamment Karsten et Kästner [69]. Lempe cherche ainsi à acquérir le statut de scientifique et à apporter la preuve de ses compétences, en donnant son avis sur l'un des débats alors d'actualité chez les mathématiciens universitaires. Toujours afin de se démarquer de ceux qui enseignent les sciences sans en être spécialistes, il s'emporte contre les philosophes et leur prétention dans le domaine des mathématiques :

> « Les débutants ne doivent bien sûr pas chercher cela [les mathématiques supérieures] chez tous les philosophes. Plus d'un comprend à peine l'*Abrégé* [70] de Wolff et, s'il connaît un autre bon livre de mathématiques, ce n'est que de nom, et afin de le citer aussitôt dans sa *Logique* ou sa *Métaphysique* – plus d'une fille se pare d'un manteau et se fait friser à la dernière mode, pour avoir l'air plus importante qu'elle n'est. – » [71]

En 1781, Lempe publie également un commentaire du manuel de mathématiques élémentaires de Kästner, intitulé *Explications des Éléments d'arithmétique, géométrie, trigonométrie plane et sphérique de Kästner* (*Erläuterungen des Kästnerischen Anfängsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebene und sphärische Trigonometrie*). Il y cherche à la fois à se recommander aux autorités, mais aussi à adapter un classique universitaire aux exigences de l'enseignement de l'Académie des mines. Ce texte - dont la préface est rédigée par Hindenburg -, est dédié à deux personnalités éminentes de l'*Oberbergamt*, les capitaines Adam Friedrich

67. Lempe, 1780. L'ouvrage de ce type le plus célèbre est probablement les *Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie*, publié entre 1768 et 1772 par Euler.

68. Lempe, 1780, p. III : « *wie viel mehr man mit der höhern Mathematik ausrichten und durch sie im gemeinen Leben Nutzen stiften kann.* »

69. Lempe, 1780, lettres 21 à 23, pp. 80-100, dans lesquelles il renvoie notamment à Kästner, 1760 et Kästner, 1761.

70. Wolff, 1713 : L'*Auszug aus den Anfangs-Gründen aller mathematischen Wissenschaften* est une version simplifiée du manuel de Wolff, utilisée dans le secondaire et parfois à l'université.

71. Lempe, 1780, p. IV : « *freylich bey allen Philosophen dürfen dies Anfänger nicht suchen. Mancher versteht kaum Wolfs Auszug, und kennet ein anderes gutes mathematisches Buch nur dem Namen nach, ob er es gleich in seiner Logik oder Metaphysik anführt – Manches Frauenzimmer wirft eine Saluppe um, und läßt sich nach der neuesten Mode frisiren, um für etwas mehreres, als sie ist, angesehen zu werden. –* » C'est nous qui soulignons, pour bien signaler qu'il s'agit de deux types de manuels répandus dans les universités allemandes.

von Ponickau (1702-1789) et Carl Eugenius Robert Pabst von Ohain (1718-1784). Celui-ci souligne que « dans l'arithmétique, des compléments et des règles pour l'exercice pratique ont été ajoutés » [72]. De plus, Lempe profite de l'occasion pour ajouter à ce manuel universitaire de mathématiques un essai sur la géométrie souterraine, dans lequel il montre sa maîtrise des matières importantes pour les sciences des montagnes. Or il s'agit exactement de la direction que l'administration des mines cherche à donner à l'enseignement scientifique de l'Académie. Ce rapprochement de la théorie et de la pratique est nouveau, ce que l'auteur ne manque pas de signaler, notamment par une citation de Cicéron qu'il met en exergue d'un manuel publié l'année suivante : « il n'y a point de science qu'on puisse apprendre par la seule lecture et sans quelque exercice. » [73]

Une nouvelle méthode d'enseignement des mathématiques

En 1783, Lempe devient enseignant assistant (*Unterlehrer*) de l'Académie des mines de Freiberg. L'année suivante, il est nommé enseignant de mathématiques pures et responsable de la bibliothèque, avec un salaire de 200 talers. Un an plus tard, il reprend la totalité des cours de Charpentier, physique et mathématiques appliquées, tandis que son salaire passe à 400 talers. Il est ensuite chargé d'assurer les cours de géométrie souterraine (*Markscheidekunst*). En 1797, au terme d'un important mouvement de réforme, il ajoute un cours supplémentaire à son programme d'enseignement, celui de théorie des machines minières (*Bergmaschinenlehre*) ; son salaire est alors de 600 talers, comparable à celui d'un enseignant universitaire [74]. Sous son impulsion, l'enseignement des mathématiques à l'Académie des mines évolue considérablement. Il abandonne la méthode et les objectifs des cours d'université, tout en insistant régulièrement sur l'importance de la méthode mathématique pour être un bon administrateur des mines. Les enseignements se partagent donc entre un enseignement théorique et une mise en pratique de ces connaissances dans des cas concrets.

En 1787, Lempe fait parvenir à l'*Oberbergamt* un rapport sur l'année académique écoulée et celle à venir [75], document conséquent dans lequel il décrit l'enseignement des mathématiques à Freiberg. Il met à profit cette occasion pour en rappeler la ligne directrice : dans ses cours de mathématiques élémentaires, appliquées et dans les sciences naturelles, il a voulu « autant qu'il m'était possible, en faire l'application à l'exploitation des mines ; ce

72. Lempe, 1781a, préface de Hindenburg : « *In der Arithmetik sind einige Zusätze und Regeln für die practische Ausübung beygefügt* ».

73. La citation originale, tirée des *Lettres familières*, livre VII, comprend aussi l'idée d'un enseignant nécessaire (en romain) : *cogitare debebis, nullam artem literis,* sine interprete, et *sine aliqua exercitatione percipi posse.* Le fait que Lempe ait enlevé la référence à un troisième terme, l'enseignant, renforce la dualité des approches et la nécessité de faire collaborer le théorique - la lecture - et le pratique - l'exercice.

74. Les enseignants d'université sont parfois mieux payés, mais il faut tenir compte du fait que Lempe vit à Freiberg, où le niveau de vie est probablement moins élevé qu'à Leipzig. Ces informations biographiques sont tirées des archives de la chaire de mathématiques de l'Académie des mines : UAF - OBA 62, pp. 1-6, p. 27 et p. 39.

75. UAF - OBA 246, pp. 232r-265v.

dont les travaux rédigés par mes auditeurs à mon initiative et sous ma direction, et que j'ai l'honneur de transmettre à l'administration des mines, donnent la meilleure preuve. »[76] Il poursuit avec une description détaillée de ces travaux qu'il commente pour l'*Oberbergamt*, ce qui nous permet de mieux cerner le type d'enseignements qu'il dispense, ainsi que leur utilisation dans l'exploitation des mines. Les exercices qu'il a confiés à ses élèves traitent des questions les plus diverses et sont avant tout orientés vers la résolution de difficultés pratiques ou techniques. Une partie non négligeable de l'exercice consiste justement à modéliser le problème de manière à pouvoir lui apporter une solution mathématique ou physique. Par exemple, il demande à l'étudiant Johann Jacob Heinrich von Weiß (1769-1824), originaire de Dresde et futur administrateur des fonderies, de réflechir à la question suivante : « sur la qualité et la filandrosité du bois d'œuvre, traité de manière mathématique et physique »[77]. L'étudiant choisit alors d'étudier la filandrosité et la résistance mécanique du bois aux différentes pressions qu'il subit. La même année, Lempe lui demande de répondre à plusieurs questions d'arpentage qui font appel à des connaissances tout à fait différentes[78].

Un autre étudiant, Gottlieb Friedrich Mothes (1766- ?), alors en deuxième année, est chargé de répondre à une question bien plus large, celle de « l'application des mathématiques aux différents travaux de la construction des puits de mines »[79]. L'étudiant décide de s'intéresser au problème des chariots et de leur circulation dans les galeries, en cherchant un moyen d'améliorer les cadences et les rendements. Cet exemple mérite d'être présenté en détail car il illustre parfaitement l'approche pratique des mathématiques qui est alors encouragée à l'Académie. L'extraction du minerai se fait à l'aide d'un chariot, nommé chien (*Hund*), sur lequel on peut poser deux baquets remplis. L'ensemble est ensuite poussé de manière horizontale dans la galerie, avant d'être remonté à la surface à l'aide de machines. Mothes se focalise sur la première partie du trajet et se place dans les conditions suivantes : un ouvrier peut, selon lui, faire en moyenne 22 voyages d'une distance de 300 mètres au cours d'une tranche de huit heures de travail. Il réalise ensuite des observations dans les mines, où il peut mesurer un poids moyen pour un chariot de 376 (l'unité de mesure est malheureusement indéchiffrable), la force d'un mineur égale à $55\frac{23}{25}$ pour une vitesse de $2\frac{69}{100}$ pieds par seconde. La friction entre le chariot et le rail directeur est selon lui égale à $\frac{7}{47}$ de la pression verticale, elle-même égale au poids puisque l'on se place dans le cas idéal d'une

76. UAF - OBA 246, p. 232v : « *so viel mir möglich war, Anwendung auf den Bergbau zu machen gesucht; wovon die von meinen Zuhörern unter meiner Anleitung und auf meiner Veranlassung gefertigte Ausarbeitungen, welche ich Ew. Hochlöblichen Oberbergamte hiermit gehorsamt zu überweisen die Ehre habe, den besten Beweis abgeben.* »

77. UAF - OBA 246, p. 240v : « *Ueber die Beschaffenheit und Faßrigkeit des Nutzholzes, mathematisch und physicalisch abgehandelt* ».

78. Barsch *et al.*, 2008, p. 50, indiquent que le titre de ce deuxième exercice est *Beantwortung einiger bergmännischen das Vermessen bettrefende Aufgaben.*

79. UAF - OBA 246, pp. 243r-248v : « *Anwendung der Mathematik auf verschiedner Arbeiten des Grubenbaues* ». Mothes est inscrit depuis 1785. Toutes les citations relatives à ce problème sont tirées de ces pages, et respectent autant que possible la typographie originale.

galerie parfaitement horizontale. L'effet (*Effekt*), obtenu en multipliant la force par la vitesse, que Mothes caractérise comme la charge (*Last*) déplacée uniformément en une seconde, est de $150\frac{14}{25}$. L'enjeu de l'exercice est de maximiser cet effet, ce que l'étudiant réalise en partant de la formule suivante qui met en relation la force (V) et la vitesse (c) dans une machine actionnée manuellement (il ne précise pas son origine, mais nous pouvons imaginer qu'elle vient d'un manuel ou qu'elle lui a été fournie par Lempe) :

$$V = 70(1 - \tfrac{1}{36}c^2)$$

Dans le cas où la vitesse est nulle, la force est maximale et décroît de 70 jusqu'à 0, valeur atteinte lorsque la vitesse est de 6 pieds par seconde ($c^2 = 36$). Il s'agit donc, à partir de ces données, de déterminer l'effet maximum, ce que Mothes réalise de la manière suivante :

> « Puisque donc l'effet $V \times c$ est deux fois égal à zéro (une fois lorsque $c = 0$, et la seconde fois lorsque c a atteint $c = 6$ pieds), que V diminue et que c augmente : il suit donc que dans un premier temps l'effet $V \times c$ augmente lorsque la vitesse croît et que la force diminue, mais seulement jusqu'à ce que c ait augmenté et V ait diminué jusqu'à une certaine valeur (qui doit cependant être inférieure à 6 pieds) : il doit donc y avoir une grandeur donnée pour la force V et la vitesse c pour laquelle l'effet $V \times c$ s'exprime de la manière la plus importante. La théorie des maxima et minima (*maximis et minimis*) montre que, lorsque $c^2 = 12$, c'est-à-dire lorsque $c = 3\frac{4641}{10000}$ et par conséquent lorsque $V = 46\frac{2}{3}$, l'effet $V \times c$ a sa *plus grande valeur*, qui est d'environ $= 161\frac{658}{1000} = 161\frac{3}{5}$. »

L'étudiant peut alors en déduire que la vitesse recommandée pour maximiser l'effet est sensiblement plus élevée que la moyenne qu'il a observée ; en poussant à $3\frac{4641}{10000}$ pieds par seconde, la force développée serait certes moins importante mais l'effet serait maximal. Il peut même en déduire que la vitesse des ouvriers mineurs ne permet d'utiliser que $\frac{93}{100}$ de l'effort maximal possible. La question des chariots et des brouettes dans les galeries est fondamentale, et d'autres travaux de la même époque traitent de différents aspects du problème [80]. Il est difficile de savoir si la solution proposée a été mise en application dans les mines ; dans tous les cas, ce document de Lempe montre bien que les futurs administrateurs des mines étaient formés pour savoir utiliser les mathématiques dans tous les types de problèmes technico-pratiques.

Freiberg se différencie ainsi des autres académies par l'attention portée à la compréhension et à la mise en équation des problèmes, puis à leur résolution. Il faut également remarquer

80. Voir par exemple, dans le *Magazin für die Bergbaukunde*, num. 1, pp. 42-50, « Bestimmung des Raums, den ein Kubikzoll Gestein, in Kübel gefüllt, einnimmt ; nebst Anwendung in ein Paar Beispielen » ; num. 3, pp. 55-61, « Regeln, zur Berechnung des Mechanischen bey einem Hunte » ; num. 4, pp. 164-168, « Die Menge Hunte durch Rechnung zu finden, welche in einer Schicht gestossen werden können » ; num. 6, pp. 111-126, « Ob die Huntesförderniß wohlseiler sey, als die Karnförderniß » et num. 8, pp. 110-116, « Den Inhalt eines Kübels zu finden, dessen Grundflächen Ellipsen sind ».

que l'étudiant a recours à l'analyse pour résoudre un problème pratique. Il s'agit ici d'une des premières utilisations, à l'Académie des mines et chez un étudiant, de la dérivation. L'appel à une théorie globale n'est certes pas présent, puisque l'auteur se contente de mentionner la « théorie des maxima et minima ». De même, bien qu'il désigne la fonction à dériver, $E = V \times c$, on ne trouve pas le détail de l'opération. La fonction *Effort*, $E = 10c\ (1 - \frac{1}{36}c^3)$ n'est pas écrite, tout comme sa dérivée ($E' = 10 - \frac{30}{36}c^2$). Après avoir annoncé utiliser la méthode des maxima[81], il se contente de donner la racine positive, $c^2 = 12$ et d'en déduire une valeur approchée de c. Il faut cependant garder en tête que ce document est le compte rendu fait par Lempe à son administration. Le travail original de l'étudiant était donc possiblement plus détaillé. Le professeur complimente Mothes pour avoir « pris en compte les aspects économiques et mécaniques de l'extraction du minerai » et utilise cet exemple pour expliquer à l'*Oberbergamt* « comment [il] occupe les plus doués de [s]es étudiants avec des choses qu'ils peuvent utiliser dans l'exploitation des mines avec une grande utilité, et réaliser ainsi de grandes économies. »[82]

Un autre étudiant, Friedrich Wilhelm Wagner (1766-1831), est chargé de calculer le volume occupé par un certain type de digue et d'en déduire des formules générales pour le volume des digues semblables. Commentant l'exercice, Lempe explique qu'il s'agit, parmi les différentes formes de construction possibles, de « donner des formules et des règles pour pouvoir calculer exactement ce contenu, ce qui se passe lorsque l'on prévoit et établit une digue, pour pouvoir déterminer avec précision la quantité de matériel ici nécessaire, ainsi que les coûts, avec une précision convenable. »[83] Ces exemples montrent la grande variété des exercices proposés par le professeur de mathématiques ; nous aurions également pu citer les nombreux exercices en lien avec l'alligation, qui témoignent de l'importance de ce type de problèmes, ainsi que les calculs d'intérêts. Leur niveau est hétérogène, mais ils ont en commun d'être orientés vers la résolution de problèmes pratiques. Le maître-mot dans les réformes proposées est l'utilité, économique et technique, de la discipline. Lempe insiste fréquemment sur la nécessité de rendre les mathématiques applicables (*anwendbar machen*) ; cette intention se retrouve et se généralise au siècle suivant, lorsque les développements de l'ingénierie et les progrès scientifiques et techniques de la révolution industrielle se focaliseront sur « l'applicabilité » (*Anwendbarkeit*) des mathématiques.

Dans les cours et les travaux proposés par Lempe, la distinction entre les mathématiques

81. Le fait que cette théorie soit mentionnée en allemand puis en latin suggère que l'étudiant et Lempe travaillaient avec des ouvrages comme l'*Introductio in analysin infinitorum* d'Euler.

82. UAF - OBA 246, p. 248v : « *wie ich die fähigsten von meinen Zuhörern mit solchen Dingen beschäftige, die sie bey dem praktischen Grubenbauen mit sehr vielen Nutzen anwenden, und dadurch nicht wenig Ersparniß aufbringen können.* »

83. UAF - OBA 246, p. 253r : « *Formula und Regeln anzugeben, wie ihr Inhalt genau berechnet werden kann, welches bei Aufschlägen und Fertigung eines Dammes vorkommt, um durch die Menge der hier zu erforderlichen Materiale und die Kosten mit gehörigen Genauheit bestimmen zu können.* »

et la physique intervient peu, et les problèmes empruntent souvent aux deux disciplines. Le professeur ne se contente pas de proposer un cours magistral et prend soin d'encourager l'autonomie chez ses étudiants : ce sont eux qui choisissent dans un premier temps un problème concret dans une des mines des environs de Freiberg et s'efforcent de le modéliser afin d'apporter une solution mathématico-physique. Après avoir étudié leurs réponses, le professeur en tire de nouvelles questions, dont nous pensons qu'elles font l'objet de nouvelles discussions entre lui et ses étudiants [84]. Une telle méthode tranche radicalement avec la pratique rigide de l'université où l'étudiant n'est pas actif durant le cours. On peut cependant s'interroger sur la réception de ces connaissances par les élèves, qui arrivent à l'Académie avec des niveaux très variables, du moins pour ceux qui n'ont pas fréquenté l'École des mines. Lempe explique que l'enseignement est bien reçu par eux, mais qu'ils ne sont pas tous égaux devant cette matière que certains découvrent. Il propose de répéter une seconde fois la plupart des enseignements, ce qui sous-entend que leur niveau devait être trop élevé pour une partie des auditeurs. Lempe en profite pour insister sur le fait que la qualité de leurs productions écrites, et donc la capacité des futurs administrateurs des mines, ne tient pas seulement au talent des étudiants mais également à la méthode d'enseignement :

> « Un apprentissage fondamental des mathématiques et de la physique a été mis à profit par ces jeunes, qui ont certes de bonnes dispositions et font preuve d'application, mais qui sans cela ne sont pas préparés par leur éducation ; il faut seulement que l'enseignement soit présenté de manière à ce qu'ils sentent à quel point mathématiques et physique sont utiles dans l'exploitation des mines. » [85]

Enseignement des mathématiques : débat et choix d'une orientation pratique

Lempe termine son rapport de 1787 en énumérant les enseignements proposés pour l'année suivante, ce qui permet de constater une première évolution par rapport à l'époque de Charpentier. Il suggère que les mathématiques élémentaires soient dorénavant enseignées seulement trois heures par semaine (contre quatre auparavant), mais ajoute un cours séparé de « *calcul pratique* en lien avec l'exploitation des mines » [86] de deux heures hebdomadaires. De la même manière, l'approche théorique de Charpentier dans son cours de mathématiques appliquées est abandonnée, et Lempe propose à la place un cours de mathématiques pratiques sur « les bases de la théorie hydraulique avec l'introduction à la mise en place des conduites d'eau, des pompes aspirantes, des bocards, etc. » (un bocard est une machine utilisée pour

84. UAF - OBA 246, pp. 105-117 : *Fragen über verschiedenen Theile der Mathematik und Physik zum Examen - Größtentheils aus den Arbeiten meiner Zuhörern gezogen.*

85. UAF - OBA 246, pp. 234r-234v : « *sondern auch die gründliche Erlernung der Mathematik und Physik, bey solchen Leute Eingang gefunden hat, die zwar gute natürliche Anlage haben und gehörigen Fleiß anwenden, sonst aber durch Erziehung nicht vorbereitet sind ; nur muß der Unterricht so eingereicht werden, daß sie fühlen wie nützlich die Mathematik und Physik bey dem Bergbau ist.* »

86. UAF - OBA 246, p. 265r : « *Die* praktische Rechenkunst *in Beziehung auf den Bergbau, oder die bergmännische Rechenkunst* ». C'est Lempe qui souligne.

briser le minerai avant de le fondre [87]). Ce changement est également perceptible dans le choix des manuels, pour lesquels Charpentier se référait toujours à la tradition universitaire. Lempe inaugure une nouvelle méthode d'enseignement : pour le nouveau cours de *calcul pratique*, il utilise son *Livre de calcul minier* [88] rédigé spécialement pour l'occasion. Pour le cours de mathématiques pratiques, il se sert d'un support manuscrit qu'il a lui-même rédigé, et qui enseigne l'utilisation des théorèmes d'hydraulique ou d'aérométrie spécifiquement dans le domaine minier [89].

En 1794, le gouvernement impulse un mouvement général de réforme qui touche tous les enseignements de l'Académie. Chaque professeur est interrogé sur les modifications possibles, les membres de l'*Oberbergamt* sont eux aussi consultés. L'année suivante, le directeur Werner synthétise l'ensemble des critiques, remarques et suggestions dans un compte rendu conséquent [90]. Lempe décrit dans une longue lettre à la fois les évolutions qu'il a proposées depuis son arrivée dix ans plus tôt et les obstacles qui subsistent. Il se plaint du peu de connaissances de certains étudiants à leur arrivée, mais aussi de leur manque de travail. Sa méthode d'enseignement, que nous venons d'exposer, est saluée par les membres de l'administration qui reconnaissent son habileté à associer un enseignement théorique et l'utilisation des mathématiques dans l'exploitation des mines [91]. Dans le cadre de cette réforme générale des programmes d'enseignement, plusieurs questions se posent. La première est le rôle que doivent jouer les mathématiques élémentaires. Le but que leur avait assigné Charpentier à la création de l'Académie était double : la discipline devait d'une part former l'esprit des étudiants, leur apprendre à penser (il s'agit du but académique, emprunté à l'université), et d'autre part leur fournir les connaissances nécessaires pour les sciences plus pratiques comme la construction de machines ou la géométrie souterraine. En 1795, Werner reconnaît qu'il s'agit de « deux objectifs incompatibles pour une présentation appropriée des mathématiques pures dans notre Académie » [92]. La proposition de Lempe est d'enseigner les mathématiques élémentaires en même temps que leurs applications, et ainsi oublier le premier objectif, académique, de la discipline. Le directeur refuse et imagine de diviser le cours de mathématiques élémentaires en deux parties. Il se prononce également en faveur d'un « *cours de logique court et adéquat*, qui aurait de multiples avantages : il enseignerait à penser et à s'exprimer correctement et avec ordre, et aiderait à la compréhension complète de tout exposé académique précis et bien ordonné, ce en quoi il ne peut en aucun cas être remplacé

87. UAF - OBA 246, p. 265r : « *Die Anfangslehre der Hydraulik mit der Anleitung zur Führung der Wasserleitungen, Berechnung der Pumpenwerke, Pochwerke, u.s.w.* » Voir la définition exacte d'un bocard dans Beurard, 1809, p. 337.

88. Lempe, 1787. Il y ajoutera plus tard un second manuel plus élémentaire (Lempe, 1790).

89. UAF - OBA 246, pp. 356r-377v : *Sätze aus der Physik und angewandten Mathematik.*

90. Ce compte rendu, daté du 18 mars 1795, se trouve à l'UAF - OBA 10, pp. 56-367.

91. Voir par exemple l'avis de Ernst Friedrich Carl von Schrinding, UAF - OBA 10, pp. 26v-27r.

92. UAF - OBA 10, p. 158v : « *zwei unumgängliche Erforderniße zum zweckmäßichen Vortrage der reinen Mathematik auf unserer Akademie* ».

par un cours de mathématiques pures (comme on pourrait éventuellement le croire). »[93] Cet enseignement n'est finalement pas introduit, mais la proposition de Werner montre l'hésitation qui existe, à la fin du XVIIIe siècle, sur la direction à donner à l'enseignement des mathématiques à l'Académie des mines de Freiberg. Le modèle universitaire, qui cherche avant tout à stimuler le développement intellectuel de l'étudiant, doit-il être remplacé au profit d'une plus grande efficacité dans la mise en pratique des connaissances acquises ?

Une seconde question est de savoir si les mathématiques supérieures doivent faire partie du programme. Nous avons vu que Lempe, avec certains étudiants, s'autorise déjà à enseigner des bases de ces théories ; faut-il généraliser cette pratique et l'intégrer dans le cursus général ? Dans sa synthèse, Werner se prononce en faveur de cet enseignement, mais uniquement de manière privée, car « les *mathématiques supérieures* sont nécessaires, certes *rarement*, mais dans *quelques cas* vraiment indispensables [...]. Elles sont absolument inévitables dans plusieurs calculs mécaniques, et sont enfin nécessaires pour une meilleure utilisation des formules du calcul mécanique, de même que pour la géométrie souterraine théorique. »[94] L'étude des mathématiques supérieures ne sera pas réellement introduite de manière officielle avant 1801. Elle reste exceptionnelle et a lieu sous forme de cours particuliers (*privatissime*) pour les élèves les plus prometteurs. En 1800, le programme de l'Académie, tel qu'il est diffusé dans le journal local, les *Freyberger gemeinnutzige Nachrichten*, se termine sur l'annonce suivante :

> « Tous ces enseignements peuvent de plus être suivis, sur demande, comme cours particuliers, et l'on propose en outre : Monsieur le professeur Lempe pour des cours sur plusieurs théories mathématiques et physiques : la construction, la géographie mathématique et physique, des applications particulières des mathématiques à l'exploitation des mines, les sciences mécaniques supérieures avec application à la théorie des machines et de la construction. »[95]

Les deux dernières décennies du XVIIIe siècle sont à Freiberg une période où le rôle et les buts de l'enseignement des mathématiques, alors en pleine expansion, sont largement débattus. Sous l'impulsion de Lempe, de multiples changements sont introduits dans le

93. UAF - OBA 10, pp. 132r-132v : « eine kurze zweckmäßige Logik*, welche den mehrfachen Vortheil leisten würde, daß sie wirklicher und geordneter denken und sich ausdrukken lehrte, und zum vollkommen Verstehn jedes gut geordneten und präzisen akademischen Vortrages hälfe, als in welchen allen sie durch den Vortrag der reinen Mathematik, (wie man vielleicht glauben könnte), keinesweges ersetzt wird.* » C'est Werner qui souligne.

94. UAF - OBA 10, pp. 132v-133r : « höhere Mathematik*, welche zwar nur in* seltenen*, aber doch wircklich* in einichen Fälle *nöthig ist* [...] *sie zu mehreren mechanischen Berechnungen ganz unentbehrlich, und dann auch zu besserer Regulirung des Formellen des mechanischen Kalküls überhaupt, so wie weiter zu Berarbeitung der theoretischen Markscheidekunst, erforderlich ist.* » C'est Werner qui souligne.

95. FGN, 1800, p. 260 : « *Übrigens werden alle diese Collegia auf Verlangen auch privatissime gelesen, und es erbieten sich außerdem noch : Herr Professor Lempe zu Vorlesungen über mehrerer zur Mathematik und Physik gehöriger Doctrinen, als : Baukunst, mathematische u. physische Geographie, besondere Anwendung der Mathematik auf den Bergbau, höhere mechanische Wissenschaften mit Anwendung auf Maschinen- und Bauwesen.* »

programme de l'Académie. Les mathématiques cessent d'être enseignées de manière purement académique (au sens d'« universitaire ») et changent progressivement d'objet pour devenir véritablement pratiques et utilisables. La réforme des enseignements qui commence en 1794 et qui est finalement adoptée par l'ordonnance du 24 octobre 1797 consacre cette évolution [96]. Les mathématiques, autrefois une matière auxiliaire (*Hülfswissenschaft*) sont désormais l'outil principal qu'acquiert l'étudiant pour résoudre les problèmes concrets qui formeront l'essentiel de son travail d'administrateur ou de technicien. Le personnage principal de cette évolution est bien Lempe ; il ne faut cependant pas sous-estimer le rôle joué par Werner et le reste de l'*Oberbergamt*, en particulier lors de la réforme de 1794. Le programme de mathématiques y fait l'objet de multiples discussions et remarques de la part de von Heynitz, Charpentier, Werner et E.F.C. von Schrinding, dont les propositions s'ajoutent au projet de Lempe et le modifient.

La volonté générale est d'aboutir à une coordination parfaite entre l'enseignement des mathématiques d'une part, et les besoins des autres matières de l'Académie, ainsi que de l'exploitation des mines de l'autre. Les choix opérés en matière de manuels sont à ce titre révélateurs : il existe une volonté chez les professeurs de rédiger eux-mêmes les ouvrages qu'ils utilisent afin que le contenu soit en parfaite adéquation avec l'usage des sciences minières fait à Freiberg. Dans le domaine des mathématiques, en particulier pratiques, la production littéraire des professeurs est très importante puisqu'ils publient une trentaine d'ouvrages entre 1780 et 1850 - voir la liste complète dans l'annexe D. Ce choix est fermement soutenu par l'administration qui encourage la rédaction de manuels. Par exemple, le directeur demande en 1795 l'introduction d'un nouveau compendium, un manuel abrégé de mathématiques élémentaires, ainsi qu'un « *catéchisme géométrique*, qui contiendrait les théorèmes les plus simples et les plus importants, présentés de manière brève et compréhensible, et qui devrait absolument être compris et gardé en mémoire par les élèves de mathématiques. » [97] Afin de favoriser cette démarche, l'*Oberbergamt* n'hésite pas à financer l'édition de manuels spécialisés dans l'application des mathématiques à l'exploitation des mines, comme dans le domaine de la géométrie souterraine [98].

96. L'ordonnance se trouve dans UAF - OBA 11, pp. 234r-239v et se poursuit dans UAF - OBA 12, pp. 1r-3v. On trouve également dans ce dossier un résumé des recettes et dépenses de l'Académie, qui atteignent 3 020 talers par an, soit un doublement depuis la création.

97. UAF - OBA 10, p. 159r : « geometrischen Katechismus*, welcher die leichtesten udn wichtigsten dergleichen Säzze kurz und faßlich vorgetragen enthielte, und von den mathematischen Schülern schlechterdings ganz gefaßt und im Gedächtniße behalten werden müßte.* » C'est Werner qui souligne.

98. Beyer, 1785 [1749] ; Oppel et Kern, 1772, qui est l'édition d'un manuel inachevé de von Oppel, est imprimé à 1 216 exemplaires pour un coût de 416 talers (UAF - OBA 237, p. 262r).

2.2.2 Le *Magazin für die Bergbaukunde*, une publication académique en mathématiques pratiques

L'action de Lempe en tant que professeur de mathématiques s'inscrit dans l'orientation définie par l'administration des mines ; elle vise à développer l'utilisation des mathématiques de manière à optimiser l'exploitation des mines, et *in fine* les rentrées fiscales de l'État de Saxe. De ce point de vue, un dernier aspect remarquable de son activité est la création d'un journal spécialisé qui publie des travaux de recherche dans le domaine des sciences minières et des mathématiques pratiques : en 1785, il lance le *Magazine pour la science des mines* (*Magazin für die Bergbaukunde*). Cette publication s'inscrit parfaitement dans la démarche de l'Académie des mines qui voulait dès sa création être une académie au plein sens du terme, c'est-à-dire un lieu dédié non seulement à l'enseignement mais aussi à l'acquisition et à la diffusion de nouvelles connaissances.

Il était alors prévu de publier un périodique, les *Mémoires miniers et nouvelles à l'usage de l'Académie des mines de l'Électorat de Saxe* (*Bergmännische Abhandlungen und Nachrichten zum Nutzen der Churfürstlichen Bergakademie*). Ce projet, qui ne faisait aucune allusion à un contenu mathématique, n'avait finalement pas vu le jour malgré plusieurs annonces [99]. Lorsqu'il expose ses motivations pour la création d'un journal scientifique, Lempe indique qu'il considère cette activité comme son devoir ; cela montre que le rôle d'un professeur à la *Bergakademie* est également la découverte et la transmission de nouveaux résultats [100]. L'existence de ce journal témoigne donc du fait que les mathématiques n'y sont pas seulement enseignées comme outil, et que l'institution n'oriente pas ses efforts uniquement vers les sciences naturelles. Ce n'est certes pas un magazine consacré aux seules sciences mathématiques, mais Lempe leur accorde néanmoins le premier rôle lorsqu'il décrit, dans le premier numéro, la ligne éditoriale qu'il entend adopter :

> « J'inclurai ici les travaux qui ont été réalisés, à mon instigation et sous ma supervision, par l'un ou l'autre de mes auditeurs ; bien sûr uniquement les travaux qui ne me sembleront pas indignes d'être publiés ; et ces travaux pourront être un exemple de mes efforts d'enseignement, pour rendre les mathématiques aussi utiles que possible à l'exploitation des mines. » [101]

99. Il est mentionné une première fois peu après la création de l'Académie en 1767, puis en 1772 dans Oppel et Kern, 1772, Avertissement.

100. Il le dit clairement dans la préface du premier numéro, MB, num. 1, 1785 : « *Ich halte mich gewissermaßen verpflichtet, meine Sammlung diesem Zwecke gemäß zu veranstalten, da ich durch die hohe Gnade Sr. Churfürstlichen Durchlaucht, mit als Lehrer bey hiesiger Bergwerksakademie angestellt bin.* »

101. MB, num. 1, 1785, préface : « *Ich werde darein Arbeiten aufnehmen, die, auf meine Veranlassung und unter meiner Aufsicht, von diesem oder jenem meiner Zuhörer gefertigt worden sind ; freilich nur solche Arbeiten, die mir eine Bekanntmachung nicht unwürdig scheinen ; doch dürften diese Arbeiten auch Proben meiner Bemühungen seyn, die Mathematik für den Bergbau so gemeinnützig, als in meinen Kräften steht, zu lehren.* »


Magazin
für die
Bergbaukunde,
Zehnter Theil.
Von
Johann Friedrich Lempe,
Professorn bey der Churfürstl. Sächs. Bergakademie und Ehrenmitgliede der Leipz. ökonomischen Gesellschaft.

Dresden, 1793.
In der Waltherischen Hofbuchhandlung.

Figure 9 – Couverture du dixième numéro du *Magazin für die Bergbaukunde* (1793, source : TUWA).

En fait, il appelle tous les lecteurs à envoyer des contributions originales ou à annoncer la publication de leurs ouvrages. Le *Magazin für die Bergbaukunde* est donc un périodique de recherche, spécialisé dans les sciences minières et traitant plus particulièrement des mathématiques pratiques. Dans le premier numéro (1785), les intitulés des articles de mathématiques pratiques sont les suivants : « Détermination de l'espace qu'un pouce cubique de minerai occupe dans un baquet, avec application à quelques exemples », « Détermination du volume spatial d'une galerie, ainsi qu'un exercice relié », « Détermination générale de la grandeur et de la forme des digues dans les étangs de montagne » [102]. Dans le premier de ces articles, l'auteur commence son exposé avec l'observation d'un phénomène simple : lorsque l'on fait effondrer un certain volume de minerai au fond d'un puits de mine, la quantité de baquets (*Kübel*) nécessaire pour le ramener à la surface n'est pas le simple résultat de la division

102. MB, num. 1, 1785, « Bestimmung des Raums, den ein Kubikzoll Gestein, in Kübel gefüllt, einnimmt ; nebst Anwendung in ein Paar Beispielen » (pp. 42-50), « Findung eines Ortes körperlichen Inhalt, nebst ein Paar Beyspielen, als Anwendung beym Verdingen der Förderniß vor Oetern » (pp. 51-69), « Allgemeine Bestimmung der Größe und Gestalt des Dammes bey Berweksteichen » (pp. 76-100).

du volume total par le volume d'un baquet. L'empilement irrégulier des morceaux de roche crée un espace vide non négligeable, souvent même supérieur à la moitié du volume total du contenant. L'auteur détermine, avec le format standard du baquet utilisé dans une mine près de Freiberg, la proportion d'espace vide, puis la compare avec celle d'une autre concession. Il tente ensuite de donner une formule mathématique littérale. L'article propose des formules générales qui donnent le nombre de pouces cubiques de minerai par baquet, pour ses diverses formes usuelles en Saxe, en fonction de constantes simples (largeur, profondeur, courbure). Le but de l'exercice, l'optimisation de la forme des baquets, possède un intérêt économique évident.

Plus généralement, les exercices s'efforcent de résoudre des problèmes concrets avec les méthodes mathématiques disponibles à l'époque. L'article sur la construction des digues commence par faire un bilan des conditions à remplir en termes de grandeur et de position de l'infrastructure, mais aussi sur l'afflux d'eau. L'auteur cherche enfin à établir le rapport entre les intérêts du capital investi et l'économie réalisée, afin d'en déduire si la construction est économiquement justifiée. Après avoir problématisé la situation de manière globale, l'auteur s'intéresse à la mathématisation puis à la résolution des questions obtenues : on voit ainsi que ce type de problème mobilise aussi bien les mathématiques élémentaires (stéréométrie) que les mathématiques appliquées (hydrodynamique, économie), mais également les mathématiques pratiques pour la prise en compte des données concrètes du problème. Ces premiers articles, rédigés par des étudiants de Lempe, ne sont pas signés. Il est cependant probable que l'étude mathématique des digues soit l'œuvre de l'étudiant F.W. Wagner, qui étudie dans ses cours de mathématiques à l'Académie le même problème de manière similaire, sous la direction de Lempe[103]. À la fin de ses études, Wagner sera nommé géomètre souterrain dans les Monts Métallifères, avant de devenir vice-capitaine des mines à Freiberg.

Le *Magazin für die Bergbaukunde* se place, comme son éditeur Lempe, dans la double lignée universitaire et technicienne ; le niveau mathématique est généralement assez modeste, puisque la plupart des articles évitent d'utiliser le calcul différentiel et intégral. On y fait référence aussi bien à des auteurs universitaires comme Kästner qu'à des ingénieurs des mines comme von Oppel. Il s'agit d'un périodique destiné à trouver des solutions pratiques à des problèmes concrets. Le deuxième numéro (1786) contient ainsi un article sur le calcul et la mesure de la vitesse de l'eau dans divers types de canaux (« Anleitung zur Berechnung und Messung der Geschwindigkeit des Wassers »). L'auteur ne signe pas, ce qui indique qu'il s'agit d'un élève de l'Académie, mais possède déjà une vision claire de la spécificité de la tradition de mathématiques pratiques de Freiberg :

> « Messieurs Kästner et Karsten ont traité de cette matière extensivement dans leurs manuels d'hydraulique [...]. Je n'ai présenté ici des écrits mentionnés de

103. Voir *supra* p. 169 et UAF - OBA 246, p. 253r.

> ces deux grands hommes que ce qui, de cette matière, me semble le plus utile [*brauchbarsten*] pour l'exploitation des mines. Je n'ai cependant pas fait que retirer, j'ai aussi ajouté beaucoup de choses, qui viennent facilement à l'esprit des connaisseurs. »[104]

Le ton des articles est assez homogène sur ce point : la tradition académique n'est pas rejetée, mais elle est clairement considérée comme inadaptée, insuffisante pour atteindre l'objectif d'utilité que Lempe a fixé au journal. Il veut à la fois diffuser largement les méthodes et les innovations réalisées en Saxe, et à l'inverse traduire et rassembler des innovations étrangères. Les découvertes en mathématiques pratiques sont, jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, souvent l'œuvre d'ingénieurs qui ne les mettent pas par écrit. De ce point de vue, le journal de Lempe présente une innovation importante, et témoigne de l'interaction étroite entre le professeur de mathématiques et les ingénieurs actifs dans les mines saxonnes. Par exemple, les travaux de géométrie souterraine de l'ingénieur Johann Andreas Scheidhauer (1718-1784), qui a enseigné la discipline à Lempe sans rien publier de son vivant, sont décrits et expliqués dans ce journal. On y trouve également des contributions de Johann Friedrich Mende (1746-1798), directeur des machines à Freiberg de 1769 à 1798 ; le périodique permet de diffuser ses travaux en hydraulique, et contribue à systématiser le recours à la force motrice de l'eau dans les Monts Métallifères. La traduction d'articles étrangers permet l'adoption de pratiques nouvelles dans les exploitations de la région de Freiberg. D.L.G. Karsten, fils du mathématicien Karsten et élève de Lempe, traduit dès 1786 un mémoire français d'hydraulique, « Théorie des machines mues par la force de la vapeur de l'eau », ouvrage qui avait gagné en 1783 le prix de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg[105].

Le journal de Lempe s'attache donc à publier des articles à la fois scientifiques et techniques, et fait un usage intensif des mathématiques pour favoriser la diffusion des connaissances dans le domaine de l'exploitation des mines. Si la pertinence de cette approche semble aujourd'hui évidente, cela est loin d'être le cas à l'époque. Selon la plupart des contemporains, les sciences minières peuvent à la rigueur profiter des progrès de la chimie, ou de la minéralogie, mais l'utilisation des mathématiques est vivement critiquée. L'un des principaux organes de recension allemand, l'*Allgemeine Literatur-Zeitung*, reçoit correctement le premier numéro du *Magazin für die Bergbaukunde*, mais critique vertement le second :

> « La plus grande moitié de ce deuxième numéro est encore une fois occupée

104. MB, num. 2, 1786, pp. 172-173 :« *Die Herren Kästner und Karsten haben in ihren Lehrbüchern der Hydraulik diese Materie ausführlich abgehandelt* [...]. *Aus den genannten Schriften dieser beyden großen Männer, habe ich nun hier das vorgetragen, was mir in Rücksicht dieser Materie für die Bergbaukunde am brauchbarsten zu seyn scheint. Ich habe aber nicht bloß ausgezogen, sondern auch manches zugesetzt, welches Kennern leicht in die Augen fallen.* »

105. MB, num. 3, 1786, pp. 99-198. L'auteur du mémoire est Sébastien de Maillard, et le titre allemand est *Theorie der Feuermaschinen.*

> par des calculs sur l'action d'une machine à molette tirée par des chevaux, sur la vitesse de l'eau dans des canaux, etc. Personne ne niera l'importance et l'utilité de tels calculs ; toutefois cela ne sert certainement que la plus petite partie des lecteurs d'un magazine pour l'exploitation des mines, car la plupart préfèreront plutôt y trouver des essais de minéralogie ou d'autres sujets miniers moins abstraits. » [106]

Cette polémique dure jusqu'à la fin du siècle, et ce n'est qu'après la mort de Lempe en 1801 que l'utilité de son magazine n'est plus contestée [107]. Il ne faut pas s'étonner de ce type de critiques, car l'intérêt d'employer les mathématiques dans l'exploitation des mines est alors loin d'être évident, et l'utilisation des machines hydrauliques est récente en Allemagne. Le reproche fait par l'*Allgemeine Literatur-Zeitung* est néanmoins révélateur : on reproche à Lempe le caractère abstrait des articles. L'utilisation des mathématiques dans les sciences minières est alors si peu fréquente qu'elle est vue par beaucoup comme relevant d'une haute science inaccessible au commun des techniciens. L'utilisation systématique des mathématiques dans les travaux d'ingénierie des montagnes constitue donc à ce moment une approche originale. Le contenu du *Magazin für die Bergbaukunde* montre pourtant qu'il ne s'agit pas d'un journal mathématique au sens strict du terme, en dépit de l'annonce faite par Lempe dans la préface du premier numéro. On y trouve aussi des contributions à d'autres sciences minières, en particulier la minéralogie. Le deuxième numéro propose ainsi une traduction partielle de la *Cristallographie* de Jean-Baptiste Louis Romé de L'Isle (1736-1790) [108], et y figurent également quelques articles de chimie, de droit des mines, etc.

La proportion de mathématiques oscille entre le tiers et la moitié de chaque numéro. Il semble que les contributions d'étudiants, qui forment l'essentiel du journal dans les premiers numéros, se raréfient peu à peu au profit soit de mathématiciens établis, soit d'ingénieurs déjà en poste. Le niveau des contributions est hétérogène car les articles sont sélectionnés par Lempe en fonction de leur utilité (*Brauchbarkeit*) et non pas selon des critères académiques. On peut signaler deux articles écrits par Georg Simon Klügel (1739-1812), professeur à

106. ALZ, 15 novembre 1786, num. 273, p. 314 : « *Die grösste Hälfte dieses zweyten Theils füllen wiederum mathematische Berechnungen über die Wirkung eines Pferdegöpels, über die Geschwindigkeit des Wassers bey Kunstgräben u.s.w. an. Die Wichtigkeit und den Nutzen von dergleichen Berechnungen wird niemand ableugnen ; indessen ist doch gewiss nur dem kleinsten Theile der Leser eines Magazins zur Bergbaukunde damit gedienet, denn die mehresten werden lieber mineralogische und andere weniger abstracte bergmännische Aufsätze darinnen antreffen wollen.* »

107. Lempe répond à l'auteur anonyme de la recension dans la préface du quatrième numéro de son journal, publié en 1787, en mettant en cause ses connaissances mathématiques et en exploitation des mines. L'ALZ répond dans la recension de ce quatrième numéro (ALZ, 2 novembre 1787, num. 263, p. 298), ce qui amène Lempe à se justifier dans la préface du cinquième numéro : il explique avoir clairement annoncé ses intentions dès le début de l'entreprise et fait le compte des articles théoriques et pratiques parus depuis le lancement. L'ALZ attaque encore une fois dans la recension du numéro sept (ALZ, 28 février 1790, num. 59, p. 468) en soulignant que le magazine s'améliore - le numéro en question contenant par hasard moins de mathématiques que d'habitude.

108. MB, num. 2, 1786, pp. 1-43.

l'université de Halle et contributeur actif aux journaux de Hindenburg [109]. La variété des sujets abordés, qui couvrent l'ensemble des sciences minières au sens large, rattache d'ailleurs le *Magazin für die Bergbaukunde* à la tradition de littérature camérale, tout comme le *Leipziger Magazin für Naturkunde, Mathematik und Ökonomie*, édité par Hindenburg entre 1781 et 1785. La proximité, éditoriale, géographique et temporelle, entre ces journaux nous amène à poser la question suivante : pourquoi le périodique de Lempe a-t-il eu une diffusion et une longévité supérieure, puisqu'il est édité sans interruption durant 14 ans ? L'explication principale nous semble résider toute entière dans la notion « d'utilité » sur laquelle Lempe insiste dans chaque numéro et qui est remarquée dès le lancement du magazine en 1785 par l'ALZ :

> « Nous pouvons recommander ce magazine à tous les amateurs de cette science [minière] d'autant plus sûrement que, non seulement le premier numéro a été bien accueilli, mais qu'on peut également escompter qu'à Freiberg, où l'exploitation des mines est pratiquée de manière si scientifique, aucune contribution ne saurait être acceptée qui ne corresponde pas au but final de la collection. » [110]

Lempe a ainsi créé un magazine au moment où l'exploitation des mines, un domaine d'importance avec des intérêts financiers conséquents, voit apparaître de nouvelles solutions techniques (machines hydrauliques, mécaniques et à vapeur) et surtout une rationalisation dans l'administration. Ce périodique possède donc un lectorat potentiel important qui dépasse largement l'aire germanophone. Le *Magazin für die Bergbaukunde* a sans aucun doute joué un rôle considérable dans la reconnaissance hors de Saxe de l'institution qu'est la *Bergakademie* et a également encouragé les progrès du machinisme à l'intérieur de l'État. La région des Monts Métallifères fait peu appel aux machines jusqu'à la création de l'Académie des mines. Dès le milieu des années 1780, elle commence à innover dans les domaines mécaniques et attire de nombreux étudiants et savants étrangers. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que le journal ait pu paraître sans interruption jusqu'à la mort de son créateur. Mais l'originalité même de la méthode de Lempe permet aussi de comprendre pourquoi son journal ne sera pas repris à sa mort, malgré la notoriété dont il bénéficie [111].

---

109. MB, num. 11, 1795, « Klügels neue Theorie unterschlächtigen Wasserräder » et « Bemerkungen über Hernn Lempe Abhandlung über die zu bewegende Last und Hindernißlast bey Kunstgezeugen ».

110. ALZ, 11 janvier 1786, num. 9, p. 65 : « *Wir können dieses Magazin um so mehr allen Liebhabern dieser Wissenschaft anpreisen, da nicht nur der erste Theil gut aufgefallen, sondern sich auch erwarten läßt, daß in Freyberg, wo Bergbau so wissenschaftlich betrieben wird, keine Beyträge angenommen werden dürften, die nicht dem Endzweck der Sammlung angemessen sind.* »

111. Un autre journal consacré à l'exploitation des mines continue à être publié par un professeur de l'Académie des mines de Freiberg, le *Bergmännisches Journal* d'Alexander Wilhelm Köhler, mais il se focalise sur la minéralogie et la chimie. Le journal de Lempe n'a pas disparu à cause de ce deuxième magazine. Le *Bergmännisches Journal* est en effet publié depuis 1788 et les deux journaux sont plus complémentaires que rivaux : ils cherchent tous deux à améliorer la production minière, Lempe par l'utilisation des mathématiques et de la physique, Köhler par celle de la minéralogie et de la chimie.

2.2.3 L'Académie de Freiberg, une nouvelle institution scientifique en Saxe

Quand l'Académie des mines est fondée en 1765, la seule institution d'enseignement supérieur en Saxe est l'université. Dans cette section, nous allons comparer l'organisation de l'enseignement des mathématiques à Freiberg et à Leipzig ou Wittenberg, pour comprendre comment la *Bergakademie* devient dès la fin du XVIII^e siècle un établissement de référence à l'échelle européenne. *A posteriori*, l'explication semble évidente, presque triviale : la *Bergakademie* s'impose par sa capacité à proposer un enseignement scientifique de haut niveau, unique en Allemagne, avec des retombées économiques intéressantes pour l'État saxon. Il faut cependant comprendre pourquoi on assiste, à Freiberg, à un développement aussi fructueux des mathématiques et des sciences des montagnes, sans commune mesure avec celui des autres écoles des mines dans l'espace germanophone. Il faut aussi expliquer pourquoi l'université se révèle incapable d'assurer une mission scientifique comparable.

En 1775, Kästner publie un ouvrage de géométrie souterraine ; l'université de Leipzig lui semble le lieu naturel pour enseigner l'utilisation des mathématiques dans les sciences minières : « Dans l'université d'un État, qui parmi de nombreux avantages possède également des mines aussi célèbres, il est normal de s'attendre à trouver l'opportunité d'apprendre la géométrie souterraine. Je ne sais pas si un tel enseignement a déjà été délivré ici. » [112] Il nous est difficile de répondre à sa question de manière définitive, car il est possible que la géométrie souterraine ait été étudiée et enseignée à Leipzig avant les années 1770, date à partir de laquelle les programmes sont systématiquement conservés. Nous pouvons en revanche constater que Kästner n'a pas atteint son but : l'ouvrage n'a jamais été utilisé dans les universités saxonnes, et aucun cours de géométrie souterraine n'y a été proposé après 1775. Il nous semble plus généralement que l'institution universitaire n'a pas cru judicieux de proposer des enseignements de mathématiques pratiques spécifiques aux sciences des montagnes. Pour montrer cela, nous allons dans un premier temps comparer l'enseignement des sciences mathématiques des fluides dans les deux institutions. Cela nous permettra dans un second temps de souligner l'existence d'une politique scientifique originale à l'Académie des mines, et de montrer que sa création puis son essor n'obéissent pas uniquement à des considérations politiques.

Les limites de l'enseignement universitaire en mathématiques : l'exemple des sciences des fluides

À l'université, les sciences des fluides sont une science encyclopédique et appliquée qui

112. Kästner, 1775, introduction : « *Auf der Universität eines Landes, das bey viel andern Vorzügen auch so berühmte Bergwerke besitzt, kann man wohl erwarten, auch Gelegenheit zu Erlernung der Markscheidekunst zu haben. Mir ist nicht bekannt, ob dergleichen Unterricht vordem hie ist ertheilt worden.* »

vise une compréhension essentiellement qualitative des phénomènes, tandis que l'Académie en fait dès sa fondation une science pratique dédiée à la résolution d'un petit nombre de problèmes concrets. Par science des fluides, nous entendons toutes les disciplines traitant de l'hydraulique, de l'hydrostatique et de l'hydrodynamique, ainsi que toutes celles qui cherchent à construire ou à comprendre le fonctionnement de machines utilisant l'énergie hydraulique. Ces connaissances font à la fin du XVIII^e siècle partie intégrante des mathématiques ; en l'absence d'un recours systématique à la vapeur, elles sont d'un intérêt économique considérable. Pour réaliser une comparaison significative avec l'Académie des mines, considérons les enseignements en sciences des fluides entre 1775 et 1800. Sur le dernier quart du XVIII^e siècle, nous pouvons identifier à Leipzig 18 cours partiellement ou totalement consacrés à ces sujets (voir figure 10), dont la moitié sont publics [113]. Nous n'avons pas comptés les enseignements de « mathématiques appliquées », jugés trop élémentaires ou trop généraux, pour ne retenir que ceux qui mentionnent explicitement l'une des sciences mentionnées ci-dessus. Quatre manuels différents sont utilisés pour ces cours, et leurs auteurs sont trois universitaires renommés. Deux sont écrits par Kästner : le tome 2.1 de ses *Éléments de mathématiques* (*Mathematische Anfangsgründe*), consacré aux sciences optiques et mécaniques, ainsi que le tome 4.2 de cette même collection, consacré spécifiquement à l'hydrodynamique. Le cinquième tome du *Lehrbegriff der gesamten Mathematik* de W.J.G. Karsten, consacré à l'hydraulique, est également utilisé, ainsi que les *Positiones Physicae* de Jan Hendrik van Swinden (1746-1823), dont le livre quatre aborde l'hydrostatique [114].

Il convient d'accorder une importance particulière aux enseignements publics, car ce sont ceux qui sont le plus largement fréquentés par les étudiants ; le corollaire est qu'il s'agit de cours d'introduction plutôt que d'enseignements scientifiques. Sur les dix cours publics, six sont basés sur les *Éléments* de Kästner, plus précisément sur la deuxième partie du premier volume. Or ce manuel fait le choix de présenter en un seul semestre l'ensemble des sciences mécaniques et optiques, c'est-à-dire la statique, l'hydrostatique, l'aérométrie, l'hydraulique, l'optique, la catoptrique et la dioptrique. La partie proprement dédiée aux sciences des fluides est très courte ; elle n'occupe qu'une dizaine de pages et décrit de manière qualitative le comportement général des liquides et le fonctionnement de quelques machines simples. Kästner considère que les lois du mouvement des fluides sont à exclure de cet enseignement à l'université, « car elles supposent la connaissance de l'algèbre et de la géométrie supérieure » [115] ; cela lui semble d'autant plus inutile que ces lois « n'ont sans doute

113. UBL - Vorlesungsverzeichnisse 1774-1800 et Catalogus lectionum, 1774-1800. Il faut préciser que quatre semestres sont absents sur les 54 étudiés, car les programmes ne sont pas disponibles.

114. Voir Kästner, 1759a ; Kästner, 1769 ; Karsten, 1770 et Swinden, 1786. Ces cours mentionnent toujours le nom de l'auteur du manuel utilisé, sans toutefois systématiquement donner le titre exact. Mais il est généralement possible de rattacher chaque cours à un manuel de manière univoque : lorsqu'un cours annonce « *Hydrostatik, Hydraulik und Aerometrie* », enseignées à partir d'un manuel de Kästner, il renvoie certainement à Kästner, 1759a, dont le sommaire correspond exactement à l'intitulé.

115. Kästner, 1759a, p. 202 : « *weil sie Kenntnisse der Algebra und höhern Geometrie vorraussetzen* ».

Professeur	**Semestre**	**Manuel**	**Matière**
Borz	1774/75	Karsten, 1770	Théorie des machines hydrauliques
Borz	1775	Kästner, 1759a	Hydrostatique, hydraulique et aérométrie, ainsi que les disciplines optiques (*public*)
Borz	1777	Kästner, 1759a	Mathématiques appliquées (suite : hydraulique)
Borz	1779/80	Kästner, 1769	Hydrodynamique
Borz	1782	Karsten, 1770	Hydraulique et machines hydrauliques
Borz	1783	Kästner, 1769	Hydromécanique
Borz	1783/84	Kästner, 1759a	Hydrostatique et hydraulique (*public*)
Hindenburg	1784/85	Kästner (?)	Mécanique supérieure, hydrodynamique
Borz	1786	Kästner, 1759a	Hydrostatique, hydraulique et aérométrie (*public*)
Borz	1786	Kästner, 1769	Hydromécanique
Borz	1788/89	Kästner, 1759a	Hydrostatique (*public*)
Hindenburg	1792/93	Kästner, 1759a	Statique, aérostatique, aérométrie et hydraulique
Borz	1793/94	Kästner, 1759a	Hydrostatique, aérométrie et hydraulique (*public*)
Hindenburg	1794	Swinden, 1786	Hydrostatique, aérostatique (*public*)
Hindenburg	1794/95	Swinden, 1786	Équilibre et pression des masses fluides (*public*)
Hindenburg	1795/96	Swinden, 1786	Équilibre et pression des masses fluides (*public*)
Borz	1797/98	Kästner, 1759a	Statique, hydrostatique et aérométrie, expliquées avec instruments (*public*)
Rothe	1797/98	Kästner, 1759a	Mécanique, hydrostatique, aérométrie, hydraulique (*public*)

Figure 10 – Les enseignements en sciences des fluides à l'université de Leipzig entre 1775 et 1800 (données obtenues à partir de UBL - Vorlesungsverzeichnisse).

pas encore une seule fois été amenées à une justesse complète et fiable, ni par la théorie ni par l'expérience. »[116] Il se contente donc de décrire les principes du fonctionnement des siphons, pompes aspirantes et à projection, sans proposer de schémas réalistes et sans expliquer le fonctionnement pratique de ces instruments, et en précisant que « leur application à des recherches particulières peut à peine être indiquée »[117]. Son but et l'objet de son cours sont bien résumés lorsqu'il explique que l'« on se contente ici de décrire quelques machines à l'aide desquelles on peut mettre l'eau en mouvement : mais l'on n'est pas en état, d'après les instructions précédentes, de calculer l'action de ces machines. »[118] Les cours publics basés sur ce manuel n'enseignent donc pas à proprement parler les sciences des fluides. L'acquisition de connaissances en calcul techniques ou opératoires n'est pas le but de l'université, du moins pas dans les cours publics. Le rôle de ces enseignements dans cette institution est de donner un panorama de ces disciplines à l'étudiant qui cherche à acquérir une culture savante encyclopédique ; c'est pour cette raison que Kästner définit les mathématiques appliquées universitaires comme des connaissances « distinguées » et « générales ».

L'autre ouvrage de Kästner, qui est parfois utilisé dans les cours privés - censés être plus spécialisés -, s'intitule *Éléments d'hydrodynamique, qui contiennent en particulier les enseignements pratiques du mouvement de l'eau* (*Anfangsgründe der Hydrodynamik, welche von der Bewegung des Wassers, besonders die praktischen Lehren enthalten*). Contrairement à ce que son titre indique, il ne s'agit pas d'un manuel de mathématique pratique, et l'on n'y trouve aucune étude scientifique ou détaillée des machines, à l'exception des moulins. Le texte de Kästner est avant tout académique ; il se borne à critiquer à plusieurs reprises les artisans et ceux qui travaillent sans aucune approche théorique (*ganz ohne theoretische Einsichten*). Le principe qui sous-tend l'ensemble de l'ouvrage reste celui de la polymathie chère aux savants, exprimé par l'auteur dans un aphorisme placé en introduction selon lequel « une connaissance sûre et utile de la nature n'est donnée ni par le philosophe qui n'est pas capable de calculer, ni par le calculateur qui ne veut pas philosopher. »[119] Le seul ouvrage qui peut être considéré comme présentant des connaissances mathématiques opératoires sur la nature est le manuel d'hydraulique de W.J.G. Karsten, publié un an après l'*Hydrodynamique* de Kästner. L'auteur ne manque d'ailleurs pas de souligner l'absence d'utilité concrète des ouvrages antérieurs : « puisque je vois que Monsieur le conseiller Kästner ne s'est pas occupé des applications à la théorie des machines, je peux alors publier mon travail avec une certaine

116. Kästner, 1759a, p. 202 : « *sind vielleicht noch nicht einmal weder durch Theorie noch durch Erfahrungen zu einer vollkommenen und zuverlässigen Richtigkeit gebracht.* »

117. Kästner, 1759a, introduction : « *deren Anwendungen auf einzelne Untersuchungen kaum angezeigt werden kann* ».

118. Kästner, 1759a, p. 202 : « *Begnügt man sich, hier einige Werkzeuge zu beschreiben, mit denen Wasser in Bewegung kann gesetzt werden : aber die Wirkungen dieser Werkzeuge zu berechnen, ist man aus der bisherigen Anleitung nicht im Stande.* »

119. Kästner, 1769, introduction non paginée : « *Eine sichere und brauchbare Kenntniß der Natur giebt weder der Philosoph der nicht rechnen kann, noch der Rechner der nicht philosophiren will.* »

confiance »[120]. Karsten se penche en effet sur des problèmes concrets : le mouvement de l'eau dans les tonneaux, les tuyaux, la mesure des volumes, les canaux, les moulins (à roue horizontale et verticale). La seconde partie du livre aborde la théorie des machines, y compris les plus modernes, machines à pression (*Druckwerk*), pompes aspirantes (*Saugwerk*) et pompes à feu (*Schlangenspritze*), tout en faisant régulièrement appel au calcul intégral[121].

À l'exception du manuel de Karsten, utilisé à Leipzig seulement deux fois entre 1775 et 1800, nous voyons qu'à la fin du XVIIIe siècle les cours de sciences des fluides proposés à l'université de Leipzig n'enseignent pas de véritables connaissances calculatoires : ces mathématiques appliquées ne s'adressent pas aux praticiens. Fidèle à sa mission de former des savants universels, l'université propose un simple aperçu des connaissances humaines dans ce domaine. Un haut administrateur des mines doit à cette époque connaître le nom des machines, leur coût, mais n'a pas besoin de comprendre en détail leur fonctionnement. Ce que nous observons à l'université de Leipzig est valable pour celle de Wittenberg[122]. Pour la période 1775-1800, les programmes n'y indiquent que cinq cours en lien avec les sciences des fluides. Lors de sa nomination en 1805 au poste de professeur de mathématiques, J.G. Steinhäuser porte le titre de *Professeur de mathématiques et de sciences minières* (*Professor der Mathematik und Bergwerckswissenschaften*) ; on ne trouve cependant aucun cours de mathématiques dédié à ces sciences jusqu'à la fermeture de l'université en 1813. Cela ne signifie pas que l'institution universitaire se désintéresse de la gestion des mines, mais seulement qu'elle ne juge pas utile d'en enseigner une approche scientifique. Comme son rôle est de former la haute administration, on trouve dans les programmes de nombreux cours de mathématiques juridiques en relation avec l'économie ou le droit des mines (*Bergrecht*). À Wittenberg, ces enseignements sont proposés chaque année par le professeur de sciences camérales C.G. Aßmann[123].

120. Karsten, 1770, introduction non paginée : « *da ich sehe, daß H. Hofr. Kästner sich mit den Anwendungen auf die Maschinenlehre sich nicht beschäftiget hat ; so kann ich mit einigem Vertrauen meine Arbeit öffentlich bekannt machen* ».

121. Karsten, 1770, § XVII et suivants.

122. L'étude des cours de mathématiques à Wittenberg est moins concluante, car les programmes ne mentionnent que rarement les manuels utilisés ; parmi les cinq cours présentés sur la période 1775-1800, quatre sont publics. D'après les intitulés, seuls les deux cours d'hydrotechnique étaient possiblement d'un niveau correct :

Professeur	**Semestre**	**Type**	**Titre**
Zeiher, E.	1776/77	Public	Statique et hydrostatique
Ebert, J.J.	1778/79	Public	Statique, hydrostatique et aérométrie
Zeiher, E.	1779	Public	Hydrotechnique
Zeiher, E.	1779/80	Public	Hydrotechnique
Ebert, J.J.	1785	Privé	Hydrostatique, hydraulique, aérométrie et le reste des mathématiques appliquées

123. Voir par exemple, pour le semestre d'hiver 1798/99, UAH 38^b, où il propose un cours privé de mathématiques juridiques et droit des métaux : « *Privatim : Mathesin forensem et ius metallicum* ».

La place centrale des mathématiques à l'Académie des mines

À l'Académie des mines de Freiberg, l'enseignement des mathématiques dans le domaine des sciences des fluides est bien différent. Dès 1783, Lempe donne ainsi au cours de mathématiques appliquées un nouvel objectif : contribuer à la rationalisation de l'exploitation des mines et apporter des solutions scientifiques aux problèmes techniques qui se posent. Il modifie l'intitulé, et surtout le contenu, de cette matière et l'oriente vers l'étude presque exclusive des sciences des fluides : les auditeurs y apprennent avant tout la construction de machines, en particulier hydrauliques. Le seul manuel universitaire mentionné pour cette matière est l'*Hydraulique* de Karsten, fréquemment utilisé par le professeur von Busse, qui est lui-même un ancien ingénieur hydraulique. Cet enseignement est obligatoire et gratuit pour chaque étudiant. Il dure une année complète et oscille entre 2 et 4 heures hebdomadaires selon les réformes successives. De plus, il est intégré à un cursus cohérent : situé après le cours de mathématiques pures, il est enseigné à un auditoire qui est donc compétent et homogène. La mécanique et l'aérométrie ne disparaissent pas, mais sont désormais enseignées dans le cours de théorie des machines. Dans le programme d'enseignement de la *Bergakademie*, les sciences des fluides et plus généralement les mathématiques occupent, contrairement à l'université, une place centrale.

La bibliothèque de l'Académie, bien que plus modeste que ses équivalentes universitaires, possède du fait de sa spécialisation la plupart des comptes rendus des académies des sciences européennes. Elle contient aussi de nombreux manuels de mathématiques pratiques en français, latin et allemand, ce qui est impossible pour un établissement généraliste [124]. Dans le domaine des sciences des fluides, la plupart des ouvrages que l'on y trouve à la fin du XVIII^e siècle sont écrits par des techniciens et des ingénieurs. Elle contient notamment les *Principes d'hydraulique* de P. du Buat, la *Théorie des machines simples* de C.-A. Coulomb (1736-1806), mais aussi les *Premiers principes d'architecture hydraulique pour les fleuves rapides* (*Erste Gründe der Wasserbaukunst an reissenden Flüssen*) de Johann Baptist Eberenz (1723-1788) ou l'*Architectura Hydraulica* de Lucas Voch (1728-1783) [125]. Cette spécialisation permet à la bibliothèque de la *Bergakademie* de prendre dans ces domaines un avantage certain sur l'université ; elle est d'ailleurs remarquée dès le début des années 1780 par les ingénieurs et mathématiciens étrangers :

> « La bibliothèque de cet endroit n'est certes pas grande, mais elle possède une collection recherchée d'ouvrages mathématiques, physiques ainsi que d'autres livres plus ou moins reliés aux sciences minières. - On y trouve également une col-

124. Sur la difficulté et l'importance de constituer des bibliothèques spécialisées pour l'enseignement des sciences minières, voir l'exemple détaillé de la Maison des mines de Paris dans Laboulais, 2012, pp. 159-168.

125. Pour une liste des ouvrages mathématiques de la bibliothèque de la *Bergakademie*, voir UAF - OBA 9, pp. 31r-31v, décrivant la bibliothèque en 1794. On trouve également des listes de revues et d'ouvrages à acquérir (UAF - OBA 11, pp. 50r-60r), contenant notamment les *Philosophical Transactions*, les mémoires de l'Académie royale des sciences de Paris, ceux de Berlin et Saint-Pétersbourg.

lection de modèles, qui n'est certes pas très grande, mais qui contient néanmoins de nombreuses pièces utiles [*brauchbar*] et instructives relatives à la mécanique minière. » [126]

Les sciences mathématiques bénéficient d'un prestige conséquent ; puisque toutes les autres disciplines y font appel, les nouveaux académiens sont en priorité recrutés parmi les élèves de l'enseignement secondaire les plus doués en mathématiques, au moyen d'un système élaboré de recommandations. En effet, le système de bourses qui existait depuis le début du siècle est réformé après la création de l'Académie, pour servir à financer les années d'études de jeunes gens doués d'origine modeste, en particulier ceux qui possèdent une bonne connaissance des mathématiques. Il est cependant difficile à l'administration des mines de repérer ces élèves car la plupart des écoles secondaires accordent alors peu d'intérêt aux mathématiques, comme nous le verrons au chapitre 4. Le système de bourses se double alors d'un système de recommandations impulsé par J.F.W. Charpentier qui va jouer à l'Académie un rôle actif. Dès les premières années, la direction tisse des liens avec les *Mathematicus* des différentes écoles secondaires de l'État. Ceux-ci peuvent alors envoyer à l'Académie des élèves trop pauvres pour étudier à l'université. Il s'agit d'un indice clair de l'existence d'une politique scientifique volontaire ; il est d'autant plus important que les sciences naturelles et les mathématiques sont, à la fin du XVIII^e siècle, peu valorisées socialement. On trouve dans les archives de multiples recommandations qui accompagnent des demandes de bourses, comme cette lettre de 1783 :

> « Que Monsieur Christian Johann Löbel, natif de Johanngeorgenstadt, a été jusqu'ici en tant qu'ALUMNUS de l'école d'État de l'Électorat de Saxe de Pforta non seulement un auditeur attentif des exposés PUBLICS des sciences mathématiques IN MATHESI PURA ET APPLICATA ; mais également qu'il a suivi, par intérêt pour cela, mon enseignement privé dans une partie de ces sciences : cela est attesté ici.
>
> Pforta, le 26 décembre 1783
>
> M. Johann Gottlieb Schmidt
> Mathematikus et Collega de
> l'École d'État de cette ville. » [127]

126. Hollenberg, 1782, p. 213 : « *Die hier befindliche Bibliothek ist zwar nicht groß, enthält aber einen ausgesuchten Vorrath von mathematischen, physikalischen, und andern Bücher, die mehr oder weniger mit den Bergwerkswissenschaften verwandt sind. - Es befindet sich auch hier eine Sammlung von Modellen, die zwar nicht sehr groß ist, aber doch viele brauchbare und lehrreiche Stücke enthält, die zur Bergwerksmechanik gehören.* »

127. UAF - OBA 246, p. 25r : « *Daß Herr Christian Johann Löbel, geburtig aus Johanngeorgenstadt, vor dem als* ALUMNUS *der Chur- Fürst- Sächsisch- Landesschule zu Pforta nicht nur* PUBLICE *als ein aufmerksamer Zuhörer den Vorträge der mathematischen Wissenschaften* IN MATHESI PURA ET APPLICATA *beygewohnet ; sondern daß sich selbiger auch, aus Neigung dazu, meines Privatunterrichts in einen Theile derselben bedient : dieses wird hiermit bezeugt. / Pforta, am 26. December 1783 / M. Johann Gottlieb Schmidt / Mathematikus und Collega der / Churfürstl. Landesschule daselbst.* » La typographie suit celle de J.G. Schmidt.

Muni d'une telle recommandation, un élève peut alors bénéficier d'une bourse de l'Académie. Bien que les études soient gratuites pour tous les étudiants saxons (*Inländer*) qui s'engagent à rester travailler en Saxe, ils doivent financer leur logement, l'achat de matériel et de manuels, si bien que l'obtention d'une bourse conditionne souvent la possibilité des études. Dans cet exemple, la lettre de J.G. Schmidt n'a pas été sans effet puisque l'on voit effectivement un certain « Chr. Trau. Löbel », natif de Johanngeorgenstadt, parmi les nouveaux inscrits de l'Académie en 1784 [128]. Une recommandation peut aussi servir à financer des voyages scientifiques, ou à participer à des cours privés sur les mathématiques supérieures ou la géométrie souterraine. Une somme importante est en effet allouée aux meilleurs étudiants et aux professeurs pour aller étudier à l'étranger, c'est-à-dire hors de Saxe, le plus souvent en Hongrie, en Silésie et dans d'autres régions minières. Plusieurs étudiants peuvent ainsi étudier les mathématiques supérieures, peu représentées à Leipzig, dans les universités de Göttingen, Vienne, et plus tard Berlin. C'est ainsi par exemple que J.F. Lempe, puis plus tard D.F. Hecht ou J. Weisbach, avant d'être nommés professeurs de mathématiques, bénéficient de bourses pour étudier dans d'autres universités et écoles polytechniques. Nous pouvons bien ici parler de politique scientifique car ces sommes représentent près du quart du budget de l'institution, et leur affectation est soumise à un contrôle strict de l'administration des mines [129].

Quelle politique scientifique à la *Bergakademie* de Freiberg ?

Notre étude du contenu de l'enseignement des mathématiques à Freiberg, jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, fait donc ressortir l'importance de ces disciplines dans l'essor des sciences minières. Ce résultat est important car, lors de la création de l'Académie des mines en 1765, le but de F.A. von Heynitz est moins d'en faire une institution dédiée au progrès de la science que de créer une école d'administration pour les mines de Saxe. Il se démarque en cela de l'ambitieux projet d'académie scientifique exposé par C.F. Zimmermann en 1746. Le contexte qui préside à la création de l'Académie, ainsi que la personnalité de von Heynitz (qui se rattache au courant des sciences camérales alors puissant en Allemagne), peuvent ainsi laisser penser que la *Bergakademie* est une institution dont le but est uniquement politique. De fait, les études récentes sur le sujet proposent une vision instrumentaliste de son histoire ; elles insistent sur son succès comme outil de rationalisation de l'administration des mines [130]. Il est indiscutable qu'avec elle l'autorité du gouvernement dans le domaine de l'exploitation minière augmente fortement ; ce succès pousse d'ailleurs les autres États allemands et européens à imiter la Saxe. Cette vision du rôle de l'Académie est intéressante,

128. Reich, 1850, *Verzeichniss*, p. (12), numéro matricule 244.

129. Dès la première année, 400 talers sont consacrés aux bourses. En 1794, la comptabilité indique que 13 740 talers ont été dépensés dans ce but depuis la création de l'institution, pour un budget total de 54 234 talers. Voir UAF - OBA 11, pp. 19r-19v.

130. Voir Wakefield, 2002 ; Wakefield, 2009 et Vogel, 2011.

car elle met en évidence le rôle de l'État et montre en quoi le savoir est utilisé à Freiberg comme outil de distinction sociale. Cependant, sous sa forme radicale, cette thèse oppose l'idée d'un succès politique à celle d'un succès scientifique. Comme chez A. Wakefield, elle réduit l'Académie de Freiberg au rôle d'instrument politicien, niant la spécificité de son approche :

> « Les historiens ont généralement considéré ces académies comme "utilitaires", en supposant que ces endroits formaient, et visaient à former, des ingénieurs talentueux et des métallurgistes, des experts qui pourraient appliquer la science à des problèmes techniques. Rien ne pourrait être plus éloigné de la vérité. Les premières académies des mines, toutes inspirées de celle de Freiberg, visaient à former des caméralistes, c'est-à-dire des fonctionnaires qui pourraient diriger et superviser la grande gestion des mines. La connaissance fiscalo-naturelle produite dans les académies des mines et les universités prisées (comme celle de Göttingen) servait au même but. » [131]

Cette vision de l'histoire de l'Académie des mines de Freiberg est selon nous insuffisante. Elle ne prend pas en compte les divergences majeures entre ces deux types d'institutions d'enseignement supérieur, en termes de politique scientifique et de contenu des cours. Nous venons de montrer que l'approche des sciences mathématiques est à Freiberg totalement différente de celle développée dans le monde universitaire. Il y a bien une sélection des fonctionnaires par l'*Oberbergamt*, mais celui-ci cherche avant tout à recruter des techniciens compétents. La question du rôle de l'enseignement technico-scientifique à l'Académie des mines de Freiberg est essentielle : il s'agit de déterminer si la création d'un nouveau type d'institution a permis une nouvelle approche, une nouvelle interaction entre mathématiques et sciences des montagnes. A. Wakefield rejette cette idée, et affirme que les historiens « ont peut-être pris la science trop au sérieux » [132].

Nous pouvons opposer à cette vision instrumentale plusieurs arguments, afin de montrer que le but principal de la *Bergakademie* est bien de former des fonctionnaires dotés d'une éducation scientifique de haut niveau. Premièrement, il est incorrect d'affirmer que les deux institutions, universités et académies des mines, enseignaient le même type de connaissances. Comme le montre l'étude des enseignements mathématiques dans le domaine des sciences des fluides, les établissements de Leipzig et Wittenberg proposent des cours appliqués à visée encyclopédique, tandis que la *Bergakademie* assure une éducation pratique et spécialisée [133].

131. Wakefield, 2009, p. 44 (notre traduction). A. Wakefield consacre un chapitre à l'Académie des mines de Freiberg : « Science and Silver for the Kammer ».

132. Wakefield, 2009, p. 25 (notre traduction).

133. Nous traitons uniquement des mathématiques. Sur l'importance scientifique de l'Académie dans les autres sciences (cristallographie, minéralogie) et l'introduction de nouvelles solutions techniques à Freiberg, la source de référence est la collection des *Freiberger Forschungshefte*, dont la série D est consacrée à l'histoire des sciences et des techniques. Voir par exemple Herrmann, 1953 et Baumgärtel, 1963. Une biographie de F.A. von Heynitz, orientée vers son activité de caméraliste et de technicien, est Weber, 1976, pp. 116-165

De plus, l'université conserve le monopole d'un élément clé de la formation des futurs fonctionnaires des mines. En 1765, l'*Oberbergamt* refuse que le droit des mines soit enseigné à l'Académie, et il n'y sera introduit qu'en 1786 [134]. Le gouvernement saxon crée donc cette institution avant tout pour former des techniciens compétents. Pour s'en convaincre, il suffit d'analyser les professions exercées par les étudiants après la fin de leurs études. Durant les dix premières années de l'Académie, 153 personnes ont été formées [135]. L'immense majorité de ces étudiants deviennent géomètres souterrains (*Markscheider*), machinistes (*Kunstmeister*), conducteurs de travaux (*Schichtmeister*), ou travaillent dans les fonderies (*Hüttenmeister*). Dans ces domaines, ils utilisent les compétences qu'ils ont reçues en mathématiques et plus généralement dans les sciences minières. S'il est vrai que l'Académie forme de nombreux fonctionnaires, ceux-ci font plutôt partie des administrations locales (*Bergamt*) que de la haute administration des mines (*Oberbergamt*) ; ils occupent des fonctions intermédiaires, c'est-à-dire des postes qui nécessitent des compétences techniques, scientifiques, plutôt qu'une connaissance du droit ou une capacité de décision élevée. Plusieurs étudiants deviennent à leur tour professeurs à la *Bergakademie*, et possèdent ainsi un grade intermédiaire dans l'administration des mines. Les postes de la haute administration, *Bergcommissionsrath* ou *Berghauptmann*, ne commencent à être systématiquement attribués à des académiciens que plusieurs décennies plus tard [136].

Les universités saxonnes et l'Académie des mines de Freiberg sont considérées par le gouvernement comme des institutions complémentaires, et non pas concurrentes. Dans le cas de la Saxe, il est donc inexact d'affirmer que « les académies des mines représentaient un moyen de contourner les universités en mettant un certain type de connaissances et de formations directement sous le contrôle des services fiscaux. » [137] La meilleure illustration de la complémentarité de ces établissements vient des parcours des étudiants. Ceux qui veulent intégrer la haute administration étudient le droit des mines à Leipzig après avoir appris les mathématiques et la minéralogie à Freiberg. L'État encourage même ces initiatives, en attribuant par exemple à deux reprises une bourse de 100 talers à August Beyer, après ses études à l'Académie entre 1766 et 1769, pour s'inscrire en droit (*studio juridico*) à l'université de Leipzig [138]. En Saxe, l'enseignement universitaire reste jusqu'au début du XIX^e^ siècle une nécessité pour qui veut accéder à la haute administration, dans les mines comme dans les

pour la partie consacrée à Freiberg.

134. Weber, 1976, p. 161.

135. Voir la liste dans Reich, 1850, chapitre *Verzeichniss aller, welche seit Eröffnung der Bergakademie auf ihr studirt haben*, pp. (3) à (8). Ce chiffre montre que la création d'une institution permet une diffusion bien plus large des connaissances. Le système de bourses, entre 1702 et 1765, avait formé moins de 130 personnes, soit environ 2 chaque année. Voir également Vogel, 2011, pp. 403-405.

136. Une exception est le cas de F.W.H. von Trebra nommé en 1769. Voir là-dessus l'excellent ouvrage de H. Baumgärtel, qui étudie en détail les aspects politiques et techniques de l'exploitation des mines en Saxe (Baumgärtel, 1963).

137. Wakefield, 2009, p. 41 (notre traduction). Voir également Wakefield, 2002, p. 381.

138. Voir sa lettre du 22 mars 1770, dans UAF - OBA 237, pp. 132r-133r.

autres domaines [139]. Il est donc vrai que la fondation de l'Académie des mines de Freiberg est un acte politique. Cela n'exclut cependant pas la présence d'intérêts scientifiques réels, et dans le cas de la Saxe, la politique devient bientôt une politique scientifique. Les sciences minières prennent rapidement leur essor et attirent des étudiants du monde entier, qui trouvent à l'Académie un enseignement unique en Europe.

Le succès de cette institution n'est donc pas dû seulement à son rôle politique, mais bien principalement au contenu de ses enseignements scientifiques et techniques ; ce sont eux qui vont permettre une rationalisation de l'exploitation. De ce point de vue, la chaire de mathématiques prend une place de premier plan à partir du début des années 1780, sous l'impulsion de Lempe. Ses cours visent à délivrer des savoirs scientifiques utilisables, et les méthodes qu'il enseigne sont véritablement employées à résoudre des problèmes techniques dans les mines des Monts Métallifères. Le professeur de mathématiques ne se contente pas de transmettre des connaissances aux élèves, ou de leur enseigner la fidélité à l'État saxon. Comme le souligne l'*Oberbergamt*, c'est un personnage clé qui doit « être en permanence en contact et entretenir de bonnes relations avec les directeurs des machines et les machinistes, leur fournir des explications lorsqu'ils lui font part de leurs doutes, demander leur avis quant à d'éventuelles propositions d'améliorations, et les accompagner dans les visites et inspections des mines aussi souvent que les circonstances le permettent. » [140]

139. J.J.H. Weiß, étudiant de Lempe mentionné plus haut, étudie à l'Académie de 1785 à 1788, c'est-à-dire après l'introduction des cours de droit des mines. Il s'inscrit tout de même à l'université de Leipzig de 1789 à 1791, où il étudie le droit pendant trois années, tout en continuant ses travaux scientifiques. Il occupe au début du siècle suivant une place importante dans l'administration des fonderies (voir Barsch *et al.*, 2008, pp. 49-54).

140. UAF - OBA 62, p. 46r : « *mit dem jedesmaligen Maschinendirector oder Kunstmeister, hat derselbe sich fortdauernd in Verbindung und gutem Vernehmen zu erhalten, über die ihm beÿgehenden Zweifeln von selbiger Erläuterung zu erholen, über etwaigen Verbesserungs Vorschläge um ihrer Meÿnung sich zu bemühen, auch bei Besichtigungen und Befahrungen, so oft es die Umstände gestatten, sich an dieselben anzuschließen.* »

2.3 L'essor des mathématiques à l'Académie des mines jusqu'en 1850

> « Il est probable que le lien entre théorie et pratique, dans lequel je m'étais engagé depuis plusieurs années, est la raison pour laquelle ma compétence pour cette place a été considérée de manière bienveillante par rapport à plusieurs mathématiciens excellents, saxons ou étrangers. Effectivement, cette application de la théorie, que j'avais eu l'occasion de mener dans ma fonction précédente, fut accompagnée d'un tel succès, et d'une telle satisfaction de mes anciens concitoyens, que cela me réjouit au plus haut point de voir ouverte pour moi une sphère d'activité semblable mais bien plus grande ; je veux parler du machinisme de l'exploitation des mines ! » [141]
>
> F.G. von Busse, *Quelques considérations à l'occasion de mon entrée au professorat de mathématiques, physique et théorie des machines à l'Académie des mines de l'Électorat de Saxe à Freiberg en novembre 1801.*

La succession de J.F. Lempe : priorité aux mathématiques pratiques

La mort de Lempe survient soudainement le 6 février 1801 et pose de manière brutale la question de son remplacement à la chaire de mathématiques, physique et théorie des machines. Cette chaire permet à l'Académie d'opérer un rapprochement alors unique entre l'aspect théorique des mathématiques et l'aspect pratique de l'exploitation des mines. Le problème est d'autant plus difficile à résoudre que Lempe a assumé au fil des années de nombreuses responsabilités annexes : il édite un journal, est responsable de la bibliothèque et travaille en étroite collaboration avec le directeur des machines et les techniciens des mines des Monts Métallifères. Pour le directeur de l'Académie, son poste est « la *plus importante* de toutes nos chaires académiques, car cet enseignant doit assurer *quatre* à *cinq* cours très importants (mathématiques pures, mathématiques appliquées, théorie des machines, physique expérimentale [...] et géométrie souterraine théorique) » [142]. Il souligne qu'il s'agit

141. Busse, 1801, p. 20 : « *vermutlich war es namentlich die Verbindung zwischen Theorie und Praxis, zu der ich seit einigen Jahren schon veranlasst war, weshalb, neben mehrern sehr vorzüglichen Mathematikern im In- und Auslande, auch meine Fähigkeit zu dieser Stelle in geneigte Betrachtung gezogen wurde. In der That ist diejenige Anwendung der Theorie, welche ich in meinem bisherigen Amte zu machen Gelegenheit hatte, mit einem so guten Erfolge, und mit einer solchen Zufriedenheit meiner bisherigen Mitbürger verbunden gewesen, dass es mich äusserst erfreute, einen ähnlichen und ungleich grössern Wirkungskreis hier für mich eröffnet zu sehen ; und zwar unter den Maschinerien des Bergbaues !* »

142. Lempe assure une quinzaine d'heures d'enseignement hebdomadaires, avec quelques variations annuelles. UAF - OBA 62, p. 116r : « *ist die besagte Stelle die* wichtigste *von allen unseren akademischen Lehrstellen : weil dieser Lehrer* vier *bis* fünf *sehr wichtige Vorlesungen (nämlich reine Mathematik, angewandte Mathematik, Maschinenlehre, Experimental-Physik* [...] *und theoretischen Markscheidekunst) zu halten hat* ». C'est le directeur Werner qui souligne.

du seul professeur qui accompagne les étudiants tout au long de leur cursus. La procédure visant à lui trouver un remplaçant sera longue et mouvementée ; elle mérite pour trois raisons d'être étudiée en détail. Tout d'abord, elle diffère fortement des procédures universitaires que nous avons analysées au chapitre précédent. Celles-ci sont au début du XIXe siècle encore pratiquement indépendantes de l'assentiment du prince-électeur, la seule contrainte étant d'ordre financier. Ensuite, ce processus de nomination illustre le rôle de l'État et permet de comprendre à quel point l'Académie, en tant qu'institution, est intégrée à une politique scientifique globale. Les délibérations permettent enfin de faire le point sur la nature de l'enseignement des mathématiques à la *Bergakademie* en 1801.

La succession de Lempe rouvre brièvement le débat sur le rôle des mathématiques comme science utile, mise en pratique dans la mécanique et la géométrie souterraine. Le gouvernement réfléchit pendant un temps à nommer pour lui succéder un enseignant de philosophie, afin d'assurer des cours de logique et de morale. Une idée similaire avait été proposée par Werner dans son compte rendu de 1795 ; il s'agissait cependant d'ajouter un enseignement de logique, et non de remplacer les mathématiques pratiques par un enseignement universitaire. Le nom de Wilhelm Traugott Krug (1770-1842), professeur à l'université de Wittenberg, est évoqué et proposé au prince-électeur, qui semble l'avoir refusé [143]. Ainsi, pour le gouvernement, l'utilité pratique des mathématiques n'est pas encore plus importante que leur rôle méthodologique, ou du moins pas de manière décisive. À la même période, il est proposé de réunir l'Académie des mines et une future Académie forestière, dont nous parlerons au chapitre suivant. Les mathématiques seraient alors intégrées à un cursus préparatoire généraliste et théorique. Selon cette vision méthodologique, directement empruntée à l'université, il faut apprendre aux académiciens à réfléchir de manière ordonnée, sans que le contenu proprement dit de l'enseignement ne soit destiné à une mise en pratique ultérieure. On trouve une confirmation de l'existence de ce débat lorsque l'un des candidats à la succession de Lempe, Christian Gottlob Otto (1763-1826), écrit à l'administration des mines : « vos éminences et nobles messieurs veulent, comme je l'ai entendu, porter pour l'attribution du professorat de mathématiques et physique à l'Académie des mines plus d'attention aux connaissances mathématiques et physiques qu'aux connaissances minières proprement dites. » [144] Werner tente lui aussi, pendant les délibérations, de peser pour le recrutement d'un mathématicien universitaire. Selon lui, l'importance de la chaire n'est pas liée à l'intérêt concret des mathématiques, qui lui semble bien moindre que celui de

143. Mentionné dans Reich, 1850, p. 11, le nom de Krug est confirmé dans Schellhas et Wächtler, 1975, p. 17. Cet ouvrage cite deux rapports du conseil des finances, datés de 1800-1801, où l'on trouve notamment : « *Wenn der Kurfurst die von der Bergakademie empfohlene Anstellung des "Lehrers der Moral" Krug genehmigt, soll dieser die Aufsicht auch über die Forstscholaren führen* ».

144. UAF - OBA 62, p. 109r, lettre de candidature de C.G. Otto : « *Ew. Hoch. u. Wohlgeb. wollen, wie ich höre, bey Besetzung der Professur der Mathematik und Physik an der Bergakademie mehr auf gründliche Kenntniß der Mathematik und Physik als auf eigentliche bergmännische Kenntniße sehen.* » Voir sa notice biographique p. 514.

la minéralogie. Il les considère plutôt comme une science propédeutique ou auxiliaire (*Hilfswissenschaft*) qui permet aux étudiants de mieux aborder les véritables enseignements de l'Académie. L'idée d'un professeur de philosophie sera finalement rejetée, mais on voit que le rôle actif et pratique du mathématicien inauguré par Lempe, bien qu'il ait montré son efficacité, est encore loin de faire l'unanimité dans l'administration et au sein du personnel de l'institution.

Le processus de désignation des candidats semble dans un premier temps très ouvert puisque la succession de Lempe implique huit candidats, quand l'université se contente généralement de choisir dans une liste de trois noms. Les candidatures sont de plus spontanées : ce n'est pas un organe interne à l'institution qui désigne les candidats potentiels avant de les solliciter. Ceux-ci entrent directement en contact avec l'*Oberbergamt* pour demander le poste dans un courrier énonçant leurs motivations. Les postulants sont dans un premier temps Johann Gottfried Steinhäuser (1768-1825), Heinrich August Rothe (1773-1842), Wilhelm Gottlob Ernst Becker (? - ?), Johann Carl Fischer (1761-1833), Friedrich Mohs (1773-1839) et C.G. Otto [145]. Ces six candidats sont tous nés dans l'aire culturelle saxonne et y travaillent. Tous ont suivi un cursus universitaire dans une université saxonne, quatre à Leipzig et/ou Wittenberg, un à Halle et un à Iéna. Quatre ont étudié à l'Académie des mines et connaissent donc bien les mathématiques appliquées aux sciences minières. L'un d'eux, W.G.E. Becker, a même publié un article dans le journal de Lempe [146]. H.A. Rothe semble le plus qualifié : il est membre de l'Académie des sciences de Göttingen, a enseigné à l'université de Leipzig et étudié à l'Académie. Il indique même dans sa lettre que Lempe voulait publier un de ses articles dans son *Magazin für die Bergbaukunde* [147], mais que sa mort a rendu la chose impossible.

Aucun de ces six candidats n'est cependant retenu. Le 16 avril 1801, le conseil des finances, qui supervise l'*Oberbergamt*, décide de privilégier la piste de Heinrich August Töpfer (1758-1833) qui n'a pourtant pas officiellement écrit à l'administration. Charpentier est chargé d'étudier sa candidature et reçoit Töpfer à Freiberg pendant six jours, période mise à profit pour vérifier ses connaissances sur deux points. Le premier concerne tout « ce qui appartient aux cours et aux autres affaires d'un enseignant de la chaire concernée » [148]. Le second est en lien avec la théorie et le fonctionnement des machines, tant du point de vue

145. Les lettres envoyées à l'OBA se trouvent dans UAF - OBA 62, pp. 69-70 (Steinhäuser), 71-72 (Rothe), 73-79 (Becker), 80-81 (Fischer), 106-108 (Mohs), 109 (Otto).

146. MB, num. 12, 1798, pp. 40-73 : « Gedanken über die Bestimmung der Beleuchtung vollkommener Geschäftszeichnungen ». Il est possible que d'autres candidats aient écrit dans ce journal, mais la plupart des articles n'étant pas signés, il n'est pas possible d'être affirmatif.

147. UAF - OBA 62, p. 71v : « *eine der Bergbau bettrefende mathematische Abhandlung gefertiget habe, welche der verstorbene Professor Lempe dem bergmännischen Journal mir informieren zu laßen, würdig befunden hat, solches jedoch bey deßen inmittelst erfolgten Absterben noch nicht geschehen ist* ».

148. UAF - OBA 62, pp. 99r-99v : « *was zu den Vorlesungen und sonstigen Geschäften eines Lehres bey obgenannter Lehrstelle gehört* ».

théorique (collection d'instruments de l'Académie) que du point de vue pratique (Charpentier lui fait visiter les mines de Freiberg pendant deux journées complètes). On voit donc que la place de professeur de mathématiques, au-delà du rôle d'enseignant à l'Académie, inclut également l'articulation entre l'institution, qui forme les fonctionnaires et ingénieurs, et l'application directe dans les mines. C'est un poste exigeant, pour lequel il faut « l'envie et les *capacités physiques* pour les *études* pratiques qui peuvent encore être nécessaires pour les buts de *l'exploitation des mines*, dans lesquelles mathématiques et physiques sont utilisées » [149]. Après avoir pris le temps de la réflexion, Töpfer refuse néanmoins ce poste prestigieux car il « pense être plus capable dans sa fonction présente » [150] de professeur de mathématiques à l'école d'État de Grimma. Suite au refus de Töpfer, le conseil des finances, en la personne de Carl Wilhelm von Oppel (1767-1833), fils de F.W. von Oppel, demande à Charpentier d'entrer en contact avec Hindenburg afin d'obtenir plus d'informations sur Friedrich Gottlieb von Busse (1756-1835), qui a fait acte de candidature le 10 mars [151]. Le gouvernement mobilise ainsi au cours de ce processus l'ensemble des institutions qu'il administre (université, académie et divers conseils) pour servir son choix et sa politique scientifique. Après un compte rendu élogieux de Hindenburg, Charpentier répète la même procédure qu'avec Töpfer et s'entretient avec F.G. von Busse « de tout ce qui appartient au professorat académique en relation avec les mathématiques, la physique et l'application des deux à l'exploitation des mines ».

2.3.1 Les mathématiques supérieures dans l'enseignement de F.G. von Busse

La nomination de von Busse est officiellement prononcée le 14 novembre 1801 dans une lettre du prince-électeur à l'*Oberbergamt* [152]. Il représente un compromis entre une approche très technique et une vision plus théorique des mathématiques. Il a en effet suivi un cursus universitaire avant de devenir enseignant au *Philanthropin* de Dessau, établissement secondaire pionnier dans l'enseignement des disciplines appliquées [153]. En 1793, il est nommé ingénieur hydraulique pour le petit État de Saxe-Anhalt-Dessau. Prussien de naissance, il a étudié et travaillé dans l'aire culturelle saxonne. Sa formation académique le rend acceptable pour Werner, tandis que ses compétences pratiques satisfont Charpentier qui

149. UAF - OBA 62, pp. 117v-118r : « *Lust und* körperliche Fähichkeit *zum vielleicht annoch nöthigen praktischen* Studio *denjenichen Zweige der* Bergwerkskunde, *bei welchen Mathematik und Physik in Anwendung komt* [sic] ». C'est le directeur de l'Académie qui souligne.

150. UAF - OBA 62, p. 111 : « *glaubet daß er in seiner gegenwärtigen Funktion fähiger seyn würde* ». Voir sa notice biographique p. 525.

151. La lettre de candidature se trouve dans UAF - OBA 62, pp. 113-115.

152. UAF - OBA 62, pp. 144r-146v.

153. Voir sa notice biographique p. 495. Sur le *Philanthropin* de Dessau, voir Lempa, 1993.

cherche plutôt un ingénieur [154]. Von Busse est chargé d'assurer les cours de mathématiques pures, mathématiques appliquées, physique expérimentale et théorie des machines avec un salaire annuel de 800 talers [155] ; il doit également remplir le rôle de bibliothécaire.

Il prend rapidement conscience de la charge de travail énorme et demande de manière répétée au conseil des finances la nomination d'un second enseignant de mathématiques ; à partir de 1803, il doit en plus assurer un cours de mathématiques supérieures. Cette matière était enseignée par Lempe de manière ponctuelle dans des cours particuliers (*privatissime*). À partir de 1803, il s'agit d'un cours privé qui est donc proposé chaque année, mais ne fait pas partie des matières obligatoires et ne concerne qu'une minorité d'élèves. Von Busse y enseigne, selon le programme de 1806, reproduit ci-dessous dans la figure 11 : « provisoirement, le strict nécessaire des parties de l'algèbre non encore abordées dans le I. a). Ensuite l'analyse supérieure, le calcul différentiel et intégral, uniquement pour autant qu'on en a peu à peu besoin pour le c.), d.), e.) et f.) du IV). Tout ceci est retravaillé par moi en tenant constamment compte des besoins d'un machiniste théorique. » [156]

Ce cours privé est ajouté à la fin de son programme d'enseignement (voir figure 11, « *V.* »). Il complète et s'articule donc avec le « *I.a* », c'est-à-dire le cours de mathématiques pures élémentaires (*Reine Elementarmathematik*). Von Busse y enseigne les parties de l'algèbre qui n'y ont pas été abordées, en particulier les équations supérieures. Les mathématiques supérieures, en particulier le calcul différentiel et intégral, sont à leur tour nécessaires pour aborder la mécanique : il s'agit du « *IV.c.* » mentionné dans le programme. Elles permettent aussi l'étude des lois de l'inertie (« *IV.d.* »), de l'hydraulique (« *IV.e.* ») et enfin de la théorie de la construction et du fonctionnement des machines (« *IV.f.* »). Notons quelles précautions sont prises pour justifier l'introduction des mathématiques supérieures, et la restriction de leur contenu au strict nécessaire. Dans son programme, von Busse prend soin de préciser qu'elles ont été introduites par nécessité, car il a personnellement constaté depuis son arrivée que « sans mathématiques supérieures, un enseignement approfondi des

154. UAF - OBA 62. Pour le point de vue de Werner sur von Busse, voir p. 122r ; sur celui de Charpentier, voir pp. 110v-111r, où il mentionne qu'« il était un des enseignants les plus remarquables de l'institut philanthropique » et qu'il possède « une grande quantité de connaissances en dehors de sa discipline proprement dite [les mathématiques] ». Selon D. Flaxa (TUWA, Flaxa, 1984, p. 4), l'initiative de la candidature de von Busse reviendrait à Werner. Cependant, les documents que nous avons consultés ne contiennent rien qui aille dans ce sens ; il semble au contraire que Werner, qui tient lui aussi son avis sur von Busse de Hindenburg, ne se soit rallié que plus tard à cette candidature qui semble spontanée.

155. Ce salaire est plus élevé que celui de Lempe, et semble avoir été obtenu après négociation. Plus exactement, le professorat de mathématiques est rémunéré à hauteur de 600 talers et une allocation de 200 talers annuels lui est personnellement attribuée (UAF - OBA 62, p. 144r). Von Busse bénéficie également d'une prime d'installation de 200 talers.

156. UAF - OBA 265, p. 31v : « *Vorlaüfig, das Nothwendigste von deren unter I. a) noch nicht berührten Theile der Algebra. Dann, von den höhern Analÿsis, Differential- und Integralrechnung nur so viel, als zu IV) der c.) d.) e.) und f.) nach und nach gebraucht wird. Alles dieses ist von mir mit beständigen Rücksicht auf die Bedürfnisse eines theoretischen Maschinistes bearbeitet.* »

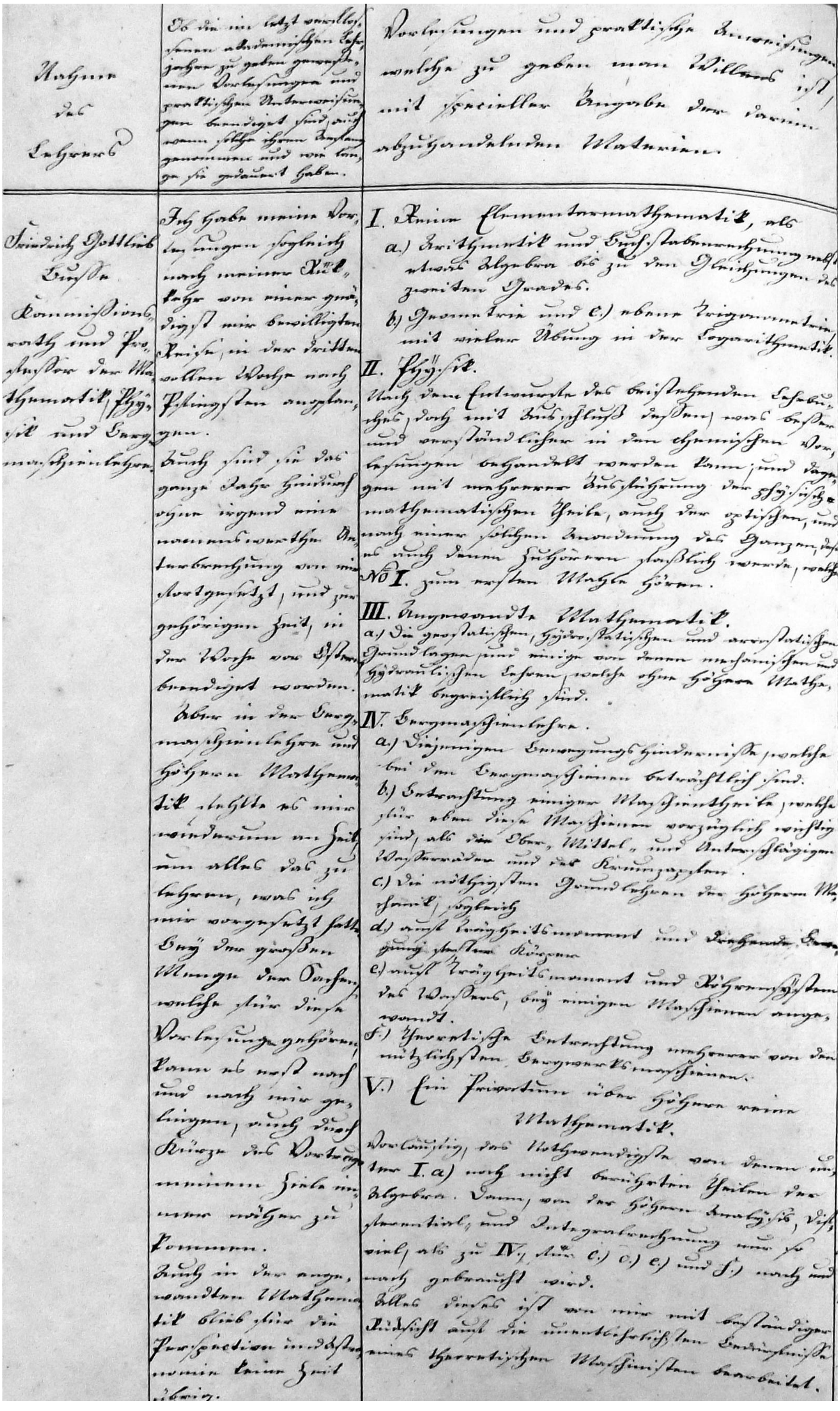


Figure 11 – Résumé du programme et de l'articulation des cours de mathématiques assurés par F.G. von Busse, tiré de son rapport à l'*Oberbergamt* (1806, UAF - OBA 265, p. 31r).

machines des montagnes ne peut avoir lieu. »[157] Nous voyons également dans ce programme que les cours ne sont pas pensés comme des entités séparées mais toujours en articulation les uns par rapport aux autres, et adaptés aux besoins des sciences minières.

Concernant les manuels, l'enseignement de von Busse n'exclut pas, comme celui de son prédécesseur le faisait, le recours aux ouvrages universitaires. Il semble parvenir à un compromis selon lequel les matières qui ne sont pas traitées à l'université, ou du moins pas d'une manière compatible avec les objectifs de l'Académie, font l'objet d'une présentation spécifique. Ainsi les mathématiques élémentaires s'appuient sur un manuel de Kästner, tandis que les mathématiques appliquées suivent celui de Karsten, dans une version retravaillée par von Busse[158]. Pour les mathématiques supérieures et leurs applications aux disciplines physiques et minières, il met au point ses propres manuels. Sur la période 1804-1809, il existe des notes très détaillées de ses cours, prises par D.F. Hecht, qui est alors étudiant à l'Académie[159]. Le cours de calcul intégral est de facture classique, mais fortement orienté vers l'obtention et l'utilisation des formules, et vers la pratique. Les démonstrations, sans être inexistantes, occupent dans le manuscrit écrit par Hecht une place secondaire, tandis que les exemples sont omniprésents. Dans la première partie du cours, on pourrait les qualifier d'exemples théoriques : ils ne sont pas en rapport direct avec des situations concrètes mais servent à illustrer le fonctionnement de la méthode, tout en remplaçant les démonstrations. Ils illustrent par exemple l'efficacité des formules servant à intégrer des fonctions usuelles ou à quarrer des paraboles. Von Busse introduit rapidement un second type d'exemples qui visent à montrer l'utilité des savoirs acquis dans l'exploitation des mines. Il consacre de longs développements à la théorie des centres de gravité[160] avant de passer à la rectification des courbes et à la quadrature des surfaces. Le même cahier contient à la suite d'autres cours ou parties de cours proposés par von Busse qui mettent directement en pratique ces compétences. On trouve notamment un exposé sur la pression latérale de l'eau au repos (pour la construction de digues ou de canalisations), un autre sur la mécanique supérieure, ainsi qu'un cours d'hydraulique exposant en détail les lois du mouvement et leur application[161]. Nous voyons donc que l'enseignement des mathématiques destinées aux sciences minières est, dès le début du XIXᵉ siècle, nettement différencié de celui des mathématiques universitaires.

En termes d'organisation institutionnelle, le choix des professeurs est fixé par le gouvernement qui recherche des qualités sensiblement différentes de celles requises pour devenir

157. UAF - OBA 265, p. 32r : « *ohne höhere Mathematik kein gründlicher Unterricht in der Bergmaschinen statt finden konnte.* »

158. Kästner, 1786a ; Karsten, 1781. La version manuscrite retravaillée par von Busse se trouve à Freiberg : TUWA - XVII 290 (1807).

159. TUWA - XVII Nachlass Hecht, XVII 289, 290, 291, 292.

160. TUWA - XVII 291, *Von Auffindung des Schwerpunctes* (l'acte n'est pas numéroté).

161. TUWA - XVII 291, *Einiges vom Seitendruck des ruhigen Wassers*, *Das Nöthigste von der höhern Mechanik*, *Nöthigste Lehren der dynamischen Hydraulick*, cette partie datant de 1806. Von Busse n'aborde pas la construction des infrastructures, qui était visiblement rattachée au cours de théorie des machines.

professeur d'université. La première d'entre elles est une connaissance du terrain, c'est-à-dire de l'exploitation des mines. La reconnaissance universitaire, par le biais de diplômes ou de fonctions académiques, passe rapidement au second plan. En tant qu'institution scientifique, l'Académie des mines de Freiberg se caractérise par des systèmes de valeurs et d'évaluations propres. L'architecture de la discipline mathématique y est également différente : l'enseignement commence partout par les mathématiques élémentaires, mais, à Freiberg, von Busse remplace au fil des années - comme Lempe avant lui - les ouvrages universitaires par ses manuels[162]. Les « mathématiques pures élémentaires » voient leur niveau augmenter, par exemple en intégrant le calcul logarithmique et les équations supérieures, et deviennent progressivement « mathématiques pures ».

L'introduction de cours spécialisés qui font appel aux mathématiques supérieures ne se fait cependant pas sans difficultés. Les étudiants peinent à suivre cet enseignement, comme en témoigne le nombre parfois très faible d'auditeurs. Ainsi en 1811, von Busse se plaint de n'avoir en théorie des machines (*Bergmaschinenlehre*) que deux inscrits. Il demande à pouvoir annuler les cours de mathématiques supérieures, ou ceux qui nécessitent leur utilisation si le nombre d'élèves est trop faible, ce qui « est d'ailleurs naturellement le cas aussi dans les universités »[163]. L'introduction des mathématiques supérieures est cependant peu à peu acceptée, puisque cinq ans plus tard on compte dans son cours six étudiants, et qu'aucune annulation de cours ne se trouve dans les archives. Von Busse en profite pour adresser à l'*Oberbergamt* une note significative : remarquant que certains des élèves les plus avancés ont déjà suivi le cursus de mathématiques supérieures, il a l'idée de les envoyer en voyage scientifique dans d'autres académies ou universités, afin de leur permettre d'approfondir leurs connaissances plutôt que de suivre une nouvelle fois ses enseignements. En 1816, il abandonne cette idée en constatant que les étudiants « qui auraient suivi [s]on cursus de hautes mathématiques, n'ont pas l'opportunité de le suivre à Leipzig de la même manière, avec la même relation avec la théorie des machines, car l'enseignement y est, comme d'ailleurs tout enseignement universitaire, trop peu versé dans ce type de mathématiques supérieures théorico-pratiques »[164]. De même, l'absence d'un manuel universitaire adapté aux programmes de l'Académie des mines amène von Busse à utiliser dès 1825 son propre manuel de calcul infinitésimal qui, selon son sous-titre, est « particulièrement conseillé pour les praticiens scientifiques »[165]. Malgré ce succès progressif, le cours de mathématiques supérieures de von Busse garde jusqu'à sa retraite, prise à la fin des années 1820, la forme

162. Cette évolution est visible dans les programmes et comptes rendus adressés à l'OBA. Voir par exemple UAF - OBA 270, pp. 20v-21r.

163. UAF - OBA 270, p. 103r : « *Es ist ja übrigens auch auf der Universitäten freylich der Fall* ».

164. UAF - OBA 275, p. 28v : « *der Gange der höhern Mathematik bei mir repetirt hätten, welcher sie in eben der Art, mit eben der Beziehung aufs Maschinenwesen eben auch in Leipzig zu hören keine Gelegenheit haben, weil die dortigen und überhaupt die Lehre auf Universitäten in dieser Art von theoretisch-practischer höheren Mathematik selbst zu wenig gewandt sind* ».

165. Busse, 1825-1827.

d'un enseignement privé. Outre le niveau élevé et le nombre restreint des auditeurs, il faut également souligner que cet apprentissage est intimement lié à celui de la théorie des machines ; or il y a une aversion à diffuser ces connaissances saxonnes à l'étranger car elles constituent un avantage certain pour l'industrie minière saxonne. Le contenu des cours de mathématiques évolue peu jusqu'aux années 1820, lorsque l'extension du corps enseignant et les évolutions techniques provoquent de nouvelles réformes.

2.3.2 D.F. Hecht et C.A. Naumann, une nouvelle génération de professeurs de mathématiques

En 1816, un second enseignant de mathématiques, Daniel Friedrich Hecht (1777-1833), est nommé à l'Académie des mines de Freiberg. Bien que la charge de travail soit conséquente depuis au moins le milieu des années 1780 et malgré l'importance de la discipline, le conseil des finances est resté jusqu'à cette date sourd aux appels des professeurs. La demande de von Busse en 1806, dans laquelle il rappelle avoir été recruté pour douze heures hebdomadaires, alors que selon le programme de l'Académie il assure au moins quinze heures, sans compter les nombreux cours particuliers et l'entretien de la bibliothèque, ne connaît pas de suite [166]. Il est possible que les difficultés financières dues aux guerres napoléoniennes aient joué un rôle, mais aucun document ne permet d'apporter une réponse définitive.

D.F. Hecht est originaire de Sosa, petite ville entre Annaberg et Plauen, au cœur des Monts Métallifères [167]. Il fréquente dans un premier temps le *Lyceum* de Schneeberg, puis l'université de Wittenberg entre 1798 et 1801. À la mort de son père, il s'engage dans l'administration des mines à Freiberg, où il est remarqué et obtient en 1803 la possibilité d'étudier à l'Académie. Il est ensuite nommé ingénieur, plus précisément conducteur des mines (*Schichtmeister*), ce qui implique des travaux d'arpentage et de géométrie souterraine. Hecht assure en parallèle des cours privés de mathématiques. En 1813, il devient premier enseignant à la *Bergschule* de Freiberg, chargé de l'enseignement des mathématiques. Trois ans plus tard, il reçoit une offre d'une nouvelle Académie des mines, située à Kielce en Pologne. Le gouvernement écrit à l'*Oberbergamt* afin de s'assurer que Hecht reste en Saxe et propose de lui confier, en plus de son poste à l'École des mines, une place à la *Bergakademie*. Dans sa réponse, Hecht pose ses conditions : il demande à conserver la place de premier enseignant à la *Bergschule* et exige, en plus de la place de second enseignant à l'Académie, le titre de professeur. Il demande un salaire de 600 talers pour assurer les enseignements suivants : arithmétique, géométrie, géométrie souterraine et art de l'exploitation des mines à l'École, mathématiques pures et appliquées à l'Académie. En outre, il obtient l'assurance

166. Voir TUWA, Flaxa, 1984, p. 5. Le programme de 1806 se trouve dans UAF - OBA 265, p. 32r.
167. Voir sa notice biographique p. 501, ainsi que des cartes de la Saxe en annexe A.2-A.3.

de succéder à von Busse au poste de premier professeur, ainsi que le droit de proposer des cours privés « dans toutes les parties des mathématiques, en particulier aussi dans les mathématiques supérieures et la théorie des machines »[168].

L'arrivée de D.F. Hecht est l'occasion d'un mouvement de réforme de l'enseignement des mathématiques à la *Bergakademie*. La première occasion se présente lors du partage effectif des enseignements, qui pose la question de la limite exacte entre l'enseignement des mathématiques élémentaires - qui reviennent à Hecht - et celui des mathématiques supérieures, enseignées par von Busse. Celui-ci se plaint que le temps alloué à cette matière, cinq heures hebdomadaires, ne suffit pas à couvrir l'ensemble du programme, qui commence avec la théorie des équations et celle des coniques, pour se terminer avec l'application du calcul infinitésimal en mécanique, hydraulique et théorie des machines[169]. Nous voyons que le haut niveau en mathématiques à l'Académie de Freiberg, qui permet d'assurer aux ingénieurs miniers saxons une supériorité par rapport à ceux des autres États allemands, suppose un enseignement approfondi : « à *Prague*, à *Nuremberg* et à *Berlin* on enseigne *également* les mathématiques supérieures pour leurs applications *techniques*. Mais je dois douter du fait que l'on puisse enseigner aux étudiants autant de choses de manière réellement compréhensible en un temps aussi court. »[170] Le programme d'enseignement est ensuite longuement discuté entre 1822 et 1825[171] pour finalement aboutir à un accroissement substantiel du contenu, ainsi qu'au recrutement en 1826 d'un troisième enseignant de mathématiques.

Le gouvernement est dans un premier temps opposé, pour des raisons financières, à l'idée de recruter un enseignant supplémentaire. Suite à la candidature apparemment spontanée de Constantin August Naumann (1800-1852), il demande tout de même un examen de cette question par l'ensemble des professeurs de l'Académie[172]. Le professeur de chimie Wilhelm August Lampadius (1772-1842) y est favorable, d'une part car les cours privés donnés par Naumann ont bonne réputation, mais surtout pour les besoins de sa propre discipline. Il souligne que « la chimie a été érigée dans les dernières décennies au rang de discipline mathématique. »[173] L'argument est repris par F. Mohs, le professeur de minéralogie, pour

168. UAF - OBA 63, pp. 4v-5r : « *über alle Theile der Mathematik, namentlich auch der höhren Mathematik und Maschinenlehre* ». Ces conditions sont acceptées par une lettre du roi à l'OBA datée du 7 octobre 1816, même acte, pp. 12r-13v.

169. UAF - OBA 63, pp. 32r-32v.

170. UAF - OBA 63, p. 33r : « *In* Prag*, in* Nürnberg *und in* Berlin *wird* ebenfalls *der* Technik *wegen die höhere Mathematik betrieben. Daß aber in so kurzer Zeit so vieles den Lehrlingen wircklich verständig beigebracht wurde, daran habe ich zu zweifeln.* » C'est von Busse qui souligne ; il explique en détail sa position pp. 33r-34v.

171. Voir UAF - OBA 63, les documents sont regroupés sous la pagination 46A-46N. Il s'agit d'échanges entre l'OBA, von Busse et le conseil des finances.

172. UAF - OBA 63, pp. 86r-89v pour la candidature de Naumann, pp. 96r-96v pour la lettre du roi à l'OBA.

173. UAF - OBA 63, p. 98v : « *die Chemie in den letzten Jahrzehnten zu einer mathematischen Wissenschaft erhoben wurde.* »

qui « les mathématiques sont absolument indispensables à la minéralogie », et qui constate « qu'il existe un trou entre les enseignements élémentaires et les hautes mathématiques » [174]. Ce ne sont donc plus uniquement les disciplines « mécaniques », l'hydraulique ou la théorie des machines qui exigent des connaissances approfondies en mathématiques. Cristallographie et stœchiométrie rendent nécessaire le recrutement d'un enseignant de mathématiques supplémentaire afin d'enseigner l'algèbre, la trigonométrie et la stéréométrie. Dès les années 1820, l'ensemble des disciplines enseignées à l'Académie des mines de Freiberg supposent une formation conséquente en mathématiques. Hecht demande même que ce nouveau professeur soit chargé de l'enseignement de la théorie des équations supérieures, du retour des suites, du calcul des probabilités et de la méthode des moindres carrés ; cela revient à créer un cours intermédiaire entre les mathématiques élémentaires et les mathématiques supérieures.

Une fois que le besoin d'un nouvel enseignant est unanimement reconnu, la personne de C.A. Naumann fait rapidement consensus : il a étudié à l'université de Leipzig, mais également à l'Académie des mines de Freiberg et dans les universités de Berlin et Göttingen [175]. Il est donc considéré par l'*Oberbergamt* comme un sujet prometteur susceptible de succéder à von Busse, « un mathématicien vraiment scientifique [...] qui est, par ses études dans notre Académie, familier des particularités et des exigences de l'exploitation de nos mines, qui pourrait non seulement remplir dès à présent certains manques, mais qui pourra être employé avec profit pour des vacances futures » [176]. L'espoir d'engager un véritable scientifique et non pas un simple professeur est cependant déçu puisque Naumann, qui enseignera à Freiberg jusqu'à sa mort en 1852, ne publie que quelques recensions et aucun manuel ou ouvrage original. Dans un premier temps, il n'enseigne que l'analyse des grandeurs finies. Le programme précise que cette matière englobe la théorie des fonctions de tous degrés, une présentation complète des fonctions trigonométriques, la théorie des suites et une introduction au calcul des probabilités. Lors de la nomination de Naumann, les enseignements mathématiques à l'Académie des mines de Freiberg, qui compte à présent une quatrième classe, sont les suivants :

Friedrich Gottlieb von Busse :

- Physique théorique expérimentale (manuel de Mayer, 4 heures hebdomadaires)
- Mathématiques supérieures (utilise son manuel, cours privé, 5 heures hebdomadaires)

174. UAF - OBA 63, p. 103r : « *Für die Mineralogie ist die Mathematik schlechterdings unentbehrlich* » et p. 100v : « *daß sich zwischen den Elementar-Unterricht und der höhern Mathematik eine Lücke befinde* ».

175. Voir sa notive biographique p. 513.

176. UAF - OBA 63, p. 134v : « *einen solchen wissenschaftlichen Mathematiker* [...], *der gerade durch sein Studium auf hiesiger Akademie mit den Eigenthümlichkeiten und Forderungen unseres Bergbaues so bekannt ist, daß er nicht nur schon jetzt zur Ausfüllung gewißer Mängel, sondern auch wohl bei künftigen Vacanzen mit Nützen wird gebraucht werden können* ».

- Théorie des machines des montagnes (utilise son manuel de mathématiques supérieures, 5 heures hebdomadaires)

Daniel Friedrich Hecht :

- Mathématiques pures élémentaires (utilise son manuel, 4 heures hebdomadaires)
- Mathématiques appliquées et sciences mécaniques (utilise son manuel, 3 heures hebdomadaires)
- Géométrie souterraine théorique (précédée de la trigonométrie sphérique) (utilise son manuel, 2 heures hebdomadaires)
- Répétition des mathématiques élémentaires (utilise son manuel, 1 heure hebdomadaire)

Pour résumer l'état de l'enseignement des mathématiques à la fin des années 1820, une trentaine d'heures sont dispensées chaque semaine sur l'ensemble des quatre classes de l'Académie, dont près d'une dizaine en mathématiques supérieures, et bien plus si l'on compte la mise en pratique de l'analyse dans la théorie des machines. Les manuels utilisés sont récents et témoignent à la fois d'une bonne connaissance des mathématiques françaises et de la volonté d'adapter l'enseignement aux conditions spécifiques d'un institut technique. Pour son cours d'analyse, délivré quatre heures chaque semaine, Naumann prend soin de préciser : « mes guides sont avant tout *Cauchy*, *Cours d'analyse algébrique*, et l'*Introductio in analysin infinitorum* d'*Euler* » [177]. Le cours de Cauchy est ainsi utilisé dans sa version française, comme en témoigne non seulement Naumann lui-même, mais également le fait que la traduction allemande (*Lehrbuch der algebraischen Analysis*) ne paraîtra qu'en 1828. De même, l'étude d'Euler est réalisée à partir de la version latine de son œuvre. L'un des reproches fréquemment faits aux instituts techniques, à savoir leur manque d'intérêt pour les langues anciennes et le savoir universel, considérés comme l'apanage de l'université, se trouve donc contredit dans le cas de Freiberg. On y voit en effet une circulation très rapide des savoirs mathématiques [178]. À la fin des années 1820, Naumann hérite de von Busse l'enseignement du calcul différentiel et intégral, qui devient public. Il le base sur le célèbre *Traité du calcul différentiel et du calcul intégral* de Silvestre-François Lacroix, sans préciser s'il utilise l'original ou une traduction [179].

177. UAF - OBA 285, p. 89r : « *Meine Führer sind vorzüglich* Cauchy*,* Cours d'analyse algébrique*, und* Eulers *Introductio in analysin infinitorum.* » C'est Naumann qui souligne.

178. Dès la fin du XVIII^e siècle, Lempe avait en 1796 traduit les *Principes d'hydraulique* de Pierre du Buat (1734-1809), parus en 1786. Fidèle à la tradition allemande, Lempe remanie considérablement le texte original (*Des Herrn von du Buat Grundlehren der Hydraulik, mit Anmerkungen und Zusätze herausgegeben*, Leipzig, Barth, 1796).

179. UAF - OBA 286, p. 240r. Silvestre-François Lacroix (1765-1843) semble avoir exercé une influence considérable sur les mathématiques allemandes et sur leur enseignement (il est l'auteur d'un *Essai sur l'enseignement en général et sur celui des mathématiques en particulier*, paru en 1805). Ses manuels, à la fois en français et en allemand, ont été très largement diffusés dans l'espace germanophone. La bibliothèque de l'Académie de Freiberg possède la première traduction allemande de son manuel de calcul différentiel et

Naumann commence à enseigner en décembre 1825, mais n'est officiellement nommé second professeur de mathématiques qu'en 1827, lorsque von Busse est nommé professeur émérite [180]. Il y a donc pendant une brève période trois enseignants de mathématiques à la *Bergakademie* de Freiberg, qui est de loin l'établissement de Saxe où la discipline est la plus favorisée [181]. Il est donc erroné d'affirmer, comme on l'a parfois fait, que « comparé avec l'offre pédagogique d'autres instituts d'éducation supérieure, au premier rang desquels l'école technique supérieure fondée à Paris en 1794, l'École Polytechnique, le contenu mathématique des enseignements à l'Académie des mines de Freiberg au début du XIXe siècle doit paraître plutôt modeste. Nous pensons que c'est grâce à Weisbach que la formation mathématique a pu être élevée à un niveau supérieur. » [182] Dès les années 1820, les mathématiques supérieures y sont enseignées à tous les étudiants de manière moderne ; les professeurs utilisent leurs manuels spécialisés ainsi que des ouvrages français, le *Cours d'analyse de l'École royale polytechnique* de Cauchy et les manuels de S.-F. Lacroix. Julius Weisbach, qui joue dans les décennies suivantes un rôle important dans l'évolution des mathématiques à la *Bergakademie*, n'est donc pas l'homme providentiel qui sauverait l'établissement de sa torpeur mathématique. Dans le premier quart du XIXe siècle, l'institution possède déjà, pour soutenir un enseignement pratique unique en Europe, une formation en mathématiques spécifique et de haut niveau.

2.3.3 L'arrivée de J. Weisbach et l'abandon des mathématiques élémentaires

L'arrivée de Naumann ne met pas fin au processus de réforme de l'enseignement des mathématiques. À partir de 1825, l'Académie des mines entreprend une réflexion - cette fois-ci générale -, sur son organisation et de ses programmes, en s'inspirant de la vaste réforme lancée par Werner à la fin du siècle précédent. Après avoir constaté que « l'esprit, les sciences et les arts progressent à un rythme très soutenu », le directeur Lampadius entame, en coopération avec l'*Oberbergamt*, une procédure de révision visant à « rester autant que possible au niveau de ces progrès » [183]. Dans le domaine des mathématiques, dont l'enseignement s'est considérablement développé depuis le début des années 1820, la question principale va concerner l'orientation des cours. Le meilleur moyen de suivre les progrès des sciences est-il de privilégier systématiquement une approche pratique, ou de

intégral, *Lehrbegriff des Differential- und Integralcalculs* (Berlin, Lagarde, 1799), réalisée par J.P. Gruson (1768-1857) à partir de la première édition française.

180. UAF - OBA 64, pp. 25r-26r.

181. Les salaires de chaque professeur sont alors de 900 talers annuels pour von Busse, 800 pour Hecht et 500 pour Naumann (UAF - OBA 64, pp. 120r-120v).

182. Wegert *et al.*, 2006, p. 158 (notre traduction).

183. UAF - OBA 14, p. 1r : « *Geist und Wissenschaften und Künste schreiten in so raschen Fluge vorwärts* », « *um nun einigermaaßen mit diesen Fortschritten in niveau zu bleiben* ».

favoriser une formation initiale théorique de haut niveau ? Six décennies après sa création, nous voyons réapparaître le dilemme originel de la *Bergakademie* entre la tentation d'une formation technique spécifique et celle d'un enseignement préparatoire de type universitaire.

Quelle articulation entre mathématiques et sciences des montagnes ?

La première option est défendue par le professeur de minéralogie, pour qui l'Académie doit intégrer l'enseignement des mathématiques dans celui des sciences naturelles. Il faut pour cela exiger un enseignement initial solide en mathématiques élémentaires, notamment en instaurant un examen de maturité avant l'entrée à l'Académie. Mohs entend ensuite profiter des infrastructures existantes à Freiberg, de la disponibilité des enseignants et du petit nombre d'étudiants pour mettre en place un enseignement essentiellement orienté vers la pratique. Chaque professeur se chargerait des méthodes mathématiques particulières qui répondent aux besoins de sa discipline. Selon son plan, les mathématiques élémentaires ne seraient enseignées que pendant les deux premières années, en leur ajoutant un cours de logique. Le reste du cursus serait consacré à l'aspect pratique des sciences minières : « le propre, et l'essentiel, de l'enseignement pratique, consiste à connaître précisément l'objet sur lequel on doit faire usage de ce que la science apprend », écrit Mohs [184]. L'analyse, introduite depuis peu par Naumann, ainsi que les mathématiques supérieures devraient être exclues du parcours principal et réservées au petit nombre de ceux qui veulent pousser plus loin l'étude des mathématiques [185].

Naumann défend une orientation radicalement opposée [186]. Il insiste avant tout sur l'intérêt des mathématiques comme préparation de l'esprit scientifique de l'étudiant. Cela implique pour lui, dans un premier temps, de densifier le contenu des matières existantes afin d'éviter absolument d'enseigner les mathématiques par bribes dans le cadre d'autres matières. Les professeurs de mathématiques enseigneraient ainsi tous les savoirs théoriques de l'Académie et les autres professeurs n'auraient qu'à s'occuper de leurs propres sujets. Il suggère par exemple de rattacher aux mathématiques pures l'enseignement de la trigonométrie sphérique, qui appartient alors au cours de géométrie souterraine théorique. Il demande aussi à créer une nouvelle matière, la géographie mathématique, qui rassemblerait des savoirs jusque-là enseignés par bribes dans les cours de géognosie, géodésie, topographie, géométrie souterraine et physique de la Terre. Il veut enfin renforcer la continuité et la coordination entre les cours de mathématiques pures, d'algèbre et de calcul infinitésimal. Ayant étudié à Berlin, il cherche à introduire en Saxe les travaux des mathématiciens prussiens qui utilisent les mathématiques supérieures pour la théorie des machines, et propose

184. UAF - OBA 14, p. 100v : « *Das Eigenthümliche und Wesentliche des praktischen Unterrichtes besteht darin, daß man den Gegenstand, auf welchen Anwendung von den, was die Wissenschaft lehrt, gemacht werden soll, genau kennen lernt.* »

185. UAF - OBA 14, p. 106r, p. 110r.

186. Le plan complet de Naumann se trouve dans UAF - OBA 14, pp. 165r-180r.

> « d'enseigner un système plus rigoureux de calcul différentiel et intégral, ainsi que ses applications les plus remarquables et les plus utiles [*brauchbarsten*] à la géométrie et à la mécanique, d'après les théories les plus récentes qui, grâce aux efforts heureux d'Eytelwein et Crelle, gagnent progressivement une reconnaissance générale méritée, et dont un enseignement de plusieurs années m'a fait reconnaître les avantages sur les anciens. » [187]

La composition du corps enseignant évolue rapidement au tournant des années 1830 : après le départ de von Busse en 1827, Hecht disparaît en 1833, pour être remplacé par Julius Weisbach (1806-1871) [188]. Né dans une famille relativement modeste, son père étant contremaître dans une forge, il commence un apprentissage dans les mines de Freiberg tout en fréquentant la *Hauptbergschule*, avant de devenir boursier de l'Académie en 1822. Il obtient en 1826 une bourse pour poursuivre ses études à Göttingen [189], avant de revenir à Freiberg en 1829 comme enseignant privé. Il continue cependant sa formation, accompagne le professeur de minéralogie Mohs à l'Institut polytechnique de Vienne l'année suivante, puis effectue un voyage scientifique, toujours financé par l'Académie, en Hongrie, Bavière et Bohème en 1831. Il devient alors enseignant secondaire au *Gymnasium* de Freiberg avant de postuler à l'Académie des mines en 1832. Il remplace temporairement Hecht lorsque celui-ci, malade, ne peut plus assurer ses cours de mathématiques appliquées et de théorie des machines, avant de candidater une nouvelle fois pour lui succéder au poste de professeur.

Un second mathématicien saxon fait acte de candidature : Friedrich Eduard Thieme (1805-1878), assistant auprès de Möbius à l'observatoire de l'université de Leipzig [190]. Les candidats sont tous deux compétents mais possèdent des profils opposés. Thieme est un universitaire classique doté d'une formation savante, ayant étudié à Leipzig et Berlin. Dans sa lettre de candidature, il insiste sur sa maîtrise des langues anciennes et joint une lettre de recommandation de Möbius certifiant qu'il s'acquitte parfaitement de ses travaux à l'observatoire [191]. Or ce type de compétences, valorisées à l'université, sont peu utiles pour l'Académie des mines. Dans son évaluation des candidats, l'*Oberbergamt* ne manque pas de souligner la spécificité de la chaire de mathématiques : « les sciences pratico-mathématiques, que le successeur de Hecht devra présenter, n'exigent pas seulement un *Mathematikus* travailleur

---

187. UAF - OBA 11, pp. 174v-175r : « *ein strenger Sÿstem der Differential- und Integralrechnung nebst den vorzüglichsten und brauchbarsten Anwendung auf Geometrie und Mechanik nach der neurn Theorie, der ja gegenwärtig - dank seÿ es den glücklichen Bemühungen eines Eÿtelwein und Crelle - die verdiente allgemeine Anerkennung mehr und mehr zu Theil wird, und deren Vortheile vor der alten ich in mehrjährigem Unterrichten erkannt habe, mittheilen.* ». Les deux mathématiciens prussiens mentionnés sont Johann Albert Eytelwein (1764-1848), directeur de l'Académie de construction de Berlin, et August Leopold Crelle (1780-1855), qui publie de 1829 à 1851 le *Journal für die Baukunst*.

188. Voir sa notice biographique p. 526.

189. Sur les débats concernant l'attribution de cette bourse et plus généralement sur la biographie de Weisbach, voir Wegert *et al.*, 2006.

190. Voir sa notice biographique p. 524.

191. Voir le dossier de candidature de Thieme, UAF - OBA 64, pp. 175v-180v.

et expérimenté, mais celui-ci doit également porter une attention constante à l'exploitation des mines »[192]. De manière logique, Weisbach est choisi au détriment de F.E. Thieme. Le remplacement de Hecht ne modifie donc pas le principe de la *Bergakademie*, puisque c'est de nouveau un ancien élève qui est nommé professeur. L'administration des mines envisage brièvement de doubler la chaire de Hecht en attribuant la partie mathématique à Weisbach et en nommant Moritz Ferdinand Gätzschmann (1800-1885) professeur de géométrie souterraine. Le ministère des finances refuse pour des raisons budgétaires et Weisbach est nommé le 28 novembre 1834 premier professeur de mathématiques[193], ce qui ne manque d'ailleurs pas d'irriter le second professeur, C.A. Naumann. La première chaire de mathématiques reste en contact étroit avec les sciences des montagnes en général, et avec la géométrie souterraine en particulier.

J. Weisbach et la transformation du cursus mathématique

Au début des années 1840, une modification - jusqu'ici ignorée dans les histoires de l'Académie, en dépit de son importance - affecte l'organisation des enseignements en mathématiques pures. Ce cours était à l'origine consacré aux mathématiques élémentaires ; sa nécessité venait avant tout du manque de connaissances préalables des étudiants en raison du médiocre niveau de l'enseignement secondaire. On assiste à une amélioration graduelle de celui-ci jusqu'au milieu des années 1830, particulièrement marquée au *Gymnasium* et à la *Hauptbergschule* de Freiberg. D'une part, au *Gymnasium*, l'arrivée en 1836 d'un nouvel enseignant de mathématiques relance l'intérêt pour la discipline, et Freiberg possède bientôt le plus haut niveau d'enseignement secondaire des mathématiques en Saxe. D'autre part un examen d'entrée avait été introduit dès 1828, pour régler le problème de l'hétérogénéité des auditeurs acceptés à l'Académie ; il est d'ailleurs spécifiquement indiqué que les connaissances nécessaires en mathématiques « sont augmentées par le fait que l'on exige une parfaite maîtrise et habileté dans leur utilisation. »[194] Ces deux démarches complémentaires vont rendre possible une transformation du contenu du cours de mathématiques pures, bien que l'intitulé reste inchangé. Il est désormais « possible d'exclure sans aucune crainte du programme du cours de mathématiques pures tout le contenu de l'arithmétique générale (littérale) et de la géométrie [...], en considération de ce qui est demandé en algèbre élémentaire lors de l'examen d'admission », ainsi que la trigonométrie plane, ce qui permet au professeur « de passer aux développements ultérieurs, et selon les situations, aux fondements supérieurs de la

192. UAF - OBA 64, p. 189r : « *Die praktisch-mathematischen Wissenschaften, welche der Nachfolger Hechts vorzutragen haben wird, verlangen aber nicht nur einen tüchtigen und geübten Mathematikus, sondern auch dieser muß stete Rücksicht auf den Bergbau nehmen* ».

193. UAF - OBA 64, pp. 230r-231r.

194. Reich, 1850, p. 40 : « *die mathematische Kenntnisse werden dadurch gesteigert, dass eine völlige Sicherheit und Fertigkeit in denselben verlangt wird.* » Cet examen est une des réformes principales des années 1820 ; il est notamment demandé par F. Mohs (UAF - OBA 14, p. 96r).

théorie des mathématiques pures » [195]. Cela signifie que le cours de mathématiques pures, qui était à l'origine synonyme de mathématiques élémentaires, englobe désormais les résolutions d'équations jusqu'au quatrième degré, les méthodes d'approximation de Newton et l'étude des logarithmes, tandis que la partie géométrique commence par l'étude de la stéréométrie et de la trigonométrie sphérique. Ces sujets doivent être parfaitement acquis et maîtrisés par les élèves de manière à pouvoir être directement utilisés en géométrie souterraine, géodésie et mathématiques appliquées. Naumann, responsable de ce cours, propose d'y utiliser une méthode d'enseignement où les élèves participent autant que possible, qu'il nomme *akroamatische*, « orale ». Mais cela ne signifie pas qu'il sacrifie la rigueur scientifique à la clarté de l'enseignement technique :

> « Mon exposé s'efforce avant tout d'élever les élèves par les principes les plus clairs jusqu'à une *compréhension véritablement scientifique*. Je ne considère pas la preuve mathématique rigoureuse, qui seule permet d'amener l'esprit de celui qui apprend à la clarté, la solidité et la sécurité, comme un ingrédient inutile. Ce n'est à vrai dire que par elle que les vérités mathématiques a priori peuvent être amenées jusqu'à la *conviction* ». [196]

Ce point de vue de Naumann, universitaire de formation, va être complété par ses collègues académiciens et par sa hiérarchie, pour qui l'important est avant tout l'acquisition de connaissances opérationnelles. L'*Oberbergamt* contacte ainsi les autres enseignants scientifiques, dont Weisbach, pour leur demander d'examiner ce plan. Ils le modifient sur plusieurs points, en demandant tout d'abord à ce que « l'enseignement en mathématiques pures soit dispensé de manière à être aussi utile que possible » [197]. Weisbach souhaite également à ce qu'un effort particulier soit fait pour assurer à tous les étudiants un niveau élevé en mathématiques : il suggère l'introduction d'heures supplémentaires dans les deux premières années pour garantir que cet ambitieux programme de mathématiques pures soit maîtrisé par tous les étudiants. Il demande qu'un élève ne soit pas accepté à l'Académie, ou ne puisse pas passer dans une classe supérieure, s'il ne maîtrise la totalité du programme nécessaire pour suivre les cours de mathématiques de la classe à laquelle il veut accéder. Les mathématiques deviennent *de facto* l'outil de sélection des académiciens [198]. Si la méthode d'enseignement

195. UAF - OBA 65, pp. 55v-56r : « *Können die ganz elementaren Materien der allgemeinen (literalen) Arithmetik und der Geometrie, in Betracht daß schon in der Receptionsprüfung über Anfangslehren der Algebra* [...] *examinirt wird, ganz unbedenklich von der Zahl der Unterrichtsgegenstände der Vorlesungen über reine Mathematik ausgeschlossen werden* », « *zur weitern Entwicklung und nach Befinden höhere Begründung der Lehre der reinen Mathematik überzugehn* ».

196. UAF - OBA 65, pp. 63v-64r : « *Mein Vortrag strebt vor allem dahin, die Zöglingen durch die einleuchtendsten Gründe zur* wirklichen wissenschatflichen Einsicht *zu höhern. Der strenge mathematische Beweis, durch welchen allein Klarheit, Festigkeit und Sicherheit ins Wissen der Lernende kommen kann, wird von mir nicht als unnütze Zuthat betrachtet. Nur durch ihn können eigentlich die aprioristischen mathematischen Wahrheiten in die* Ueberzeugung *aufgenommen werden* ». C'est Naumann qui souligne.

197. *Sächsische Staatsarchiv Bergarchiv Freiberg* (SStBF), 40 005, Nr. 14, p. 84r : « *der Unterricht in der reinen Mathematik mit möglichstem Nutzen ertheilt werde* ».

198. SStBF, 40 005, Nr. 14, pp. 60r-61r.

fait l'objet de débats parfois vifs, remarquons qu'il existe un consensus à l'Académie des mines de Freiberg sur l'absolue nécessité d'une formation de haut niveau en mathématiques dans la formation des ingénieurs.

Cette transformation de l'enseignement des mathématiques pures brouille progressivement les frontières traditionnelles, héritées de l'enseignement universitaire, qui existaient entre les mathématiques élémentaires et les mathématiques supérieures. Les mathématiques élémentaires devaient permettre d'obtenir une connaissance érudite du monde ; or l'Académie a abandonné cette étude encyclopédique de la nature. Les développements, particulièrement importants à la *Bergakademie*, des sciences naturelles mathématisées et des mathématiques pratiques, rendent progressivement nécessaire d'intégrer dans les programmes des connaissances considérées autrefois comme relevant des mathématiques supérieures. Ainsi la cristallographie nécessite un niveau élevé en géométrie puisque cette matière, proposée en troisième année, commence par « un exposé sur la géométrie descriptive et analytique du point, de la ligne droite et du plan » [199]. Outre la cristallographie, la minéralogie et la géométrie souterraine nécessitent dans les années 1840 une bonne connaissance des mathématiques, en particulier de l'algèbre, de la trigonométrie sphérique, des méthodes d'interpolation et du calcul différentiel et intégral. Dans le même temps, la hausse progressive du niveau de l'enseignement secondaire à Freiberg permet désormais de considérer comme connu ce qui constituait quelques décennies plus tôt le cœur des mathématiques pures élémentaires. Dans le rapport à l'*Oberbergamt* daté du 30 octobre 1851, le personnel de l'Académie demande donc le rattachement du calcul différentiel aux mathématiques pures. C'est la fin du compromis selon lequel les hautes mathématiques se définissent par l'étude du calcul différentiel et intégral :

> « Considérant le cours actuel de mathématiques pures, il a été décidé qu'il devait contenir, en excluant les mathématiques élémentaires, en particulier la théorie des coniques, la trigonométrie analytique et sphérique, les équations supérieures ainsi que le calcul différentiel et intégral, afin que les auditeurs soient en mesure de comprendre, sans l'intermédiaire des hautes mathématiques, les mathématiques appliquées dès la deuxième année (alors qu'elles appartiennent jusqu'à maintenant à la troisième année). » [200]

Au milieu du XIX[e] siècle, il est devenu impossible de traiter, dans le domaine technique, la mécanique et l'hydraulique sans faire appel au calcul différentiel et intégral. L'enseigne-

199. Reich, 1850, p. 47 : « *einem Vortrage über analytische und descriptive Geometrie des Punktes, der grade Linie und Ebene* ».

200. UAF - OBA 326, pp. 26v-27r : « *In Ansehung der zeitherigen Vorlesung über reine Mathematik ist bestimmt worden, daß sie hierehro, mit Ausschluß der mathematischen Anfangsgründe, namentlich die Lehre von den Kegelschnitten, die analÿtische und sphärische Trigonometrie, die höhere Gleichungen so wie die Differential- und Integralrechnung umfaßen soll, damit dadurch die Zuhörer in den Stand gesetzt werden, ohne dazwischentritt der höheren Mathematik schon im 2ten Studienjahr die angewandte Mathematik, (welche zeither dem 3te Studienjahre angehörte) verstehen zu können.* »

ment de l'Académie avait donc dû allonger graduellement la durée des études à quatre années et n'aborder la théorie des machines, l'hydrodynamique et la statique qu'à partir de la troisième. En 1850, les cours de mathématiques proposés à l'Académie des mines de Freiberg forment un ensemble cohérent et bien articulé, parfaitement intégré à l'enseignement général de l'établissement. Après le premier examen de sélection, chaque étudiant doit suivre un semestre d'enseignements théoriques. Il subit ensuite un second examen qui conditionne son entrée dans la partie principale de la formation. Les mathématiques élémentaires sont le critère déterminant dans cette sélection. En deuxième année, le cours de mathématiques pures poursuit cette formation théorique, enseigne le calcul différentiel et intégral et la géométrie analytique. Toujours en deuxième année, ces connaissances sont utilisées en mathématiques appliquées et en « géométrie pratique, qui porte aussi le nom de "géométrie souterraine générale", qui enseigne en particulier les théories et opérations de la géodésie, si importantes pour le mineur, en même temps que de fréquents exercices réels en plein air et dans les puits de mines » [201]. Ce cours est couplé à l'enseignement de la géographie mathématique, comme Naumann le proposait à la fin des années 1820. En troisième année, les mathématiques appliquées enseignent les lois des corps solides, liquides et gazeux, ainsi que la partie de l'optique utilisable en géométrie pratique, et enfin les probabilités et méthodes d'interpolation. Des cours privés d'analyse supérieure permettent à ceux qui se destinent à l'ingénierie des machines de montagne de se perfectionner pour suivre les cours de quatrième année.

201. Reich, 1850, p. 45 : « *praktische Geometrie, welche besonders mit den für den Bergmann wichtigen Lehren und Operationen der Geodäsie, zugleich durch häufige wirckliche Ausübung im Freien und im Gruben, bekannt macht und auch die Bennenung "allgemeine Markscheidekunst" führt* ».

2.4 La géométrie souterraine à l'Académie de Freiberg

> « Dans les mines, il y a toujours quelque chose qui nécessite la géométrie souterraine, en particulier lorsque l'on veut faire des *percées.* » [202]
>
> Balthasar Rößler, *Speculum metallurgiae politissimum*, 1700.

Une forme hybride de connaissance, entre science et technique

La géométrie souterraine (*Markscheidekunst*) est une discipline dont l'histoire a été peu étudiée, y compris dans l'espace germanophone. Elle occupe une position particulière, à la frontière entre science et ingénierie, entre théorie et mise en pratique, si bien que la plupart des études se concentrent sur son aspect instrumental et le développement technique des outils de mesure [203]. Sa naissance est assez tardive puisque, contrairement à l'arpentage, la géométrie souterraine n'apparaît en tant que pratique qu'au milieu du XV^e^ siècle, c'est-à-dire lorsque l'exploitation des mines commence à opérer plus fréquemment en profondeur [204]. Les pratiques restent encore empiriques, ou du moins ne laissent pas de traces écrites d'utilisation systématique des mathématiques, pendant près de deux cents ans. Aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles, quelques mathématiciens allemands s'y intéressent ponctuellement dans le cadre de leurs travaux sur les mathématiques pratiques ; la discipline reste cependant absente du cursus universitaire et n'est réellement utilisée et comprise que par les ingénieurs des mines. Les connaissances en mathématiques de ces derniers sont généralement faibles et reposent sur des savoir-faire acquis par compagnonnage ou observation.

La création de l'Académie des mines de Freiberg est un véritable déclencheur, puisqu'en quelques années la géométrie souterraine est enseignée dans de multiples institutions en Europe. Les manuels se multiplient dans l'espace germanophone et vont inspirer plusieurs ouvrages français ; le plus célèbre est sans doute la *Géométrie souterraine, élémentaire, théorique et pratique* (1787) de Jean-Pierre François Duhamel (1730-1816), ancien élève de l'École royale des ponts et chaussées qui voyage en Allemagne pour apprendre la géométrie

202. Rößler, 1700, p. 86, §5 : « *Es fället bey dem Bergwerck immer etwas für / daß man des Marck-Scheidens bedarff / sonderlich / wo man* Durchläge *machen will.* » C'est Rößler qui souligne.

203. Voir là-dessus Krause, 1908, ainsi que les travaux de K. Schillinger, ancien directeur du salon mathématico-physique de Dresde dans les années 1990. Citons tout de même un article assez ancien du professeur M. Schmidt de Freiberg (Schmidt, 1889), qui décrit brièvement la discipline depuis ses origines jusqu'en 1889, ainsi que la contribution de C. Neubert dans Collectif, 1965, pp. 137-143.

204. Ziegenbalg, 1997, qui étudie les liens entre les pratiques d'arpentage classiques et la géométrie souterraine, pense plutôt que l'on peut parler de géométrie souterraine dès le moment où l'arpentage est pratiqué dans les zones montagneuses. Cependant, si ces pratiques font indéniablement appel à des connaissances géométriques, elles ne se différencient selon nous pas de l'arpentage classique tant que la notion de profondeur n'est pas étudiée de manière spécifique.

souterraine [205]. Mais sa place, en tant que discipline mathématique et en tant que science, n'en reste pas moins contestée. Pour certains, comme Jean-François Daubuisson (1769-1843), qui lui consacre pourtant plusieurs articles en 1803, il ne s'agit pas d'une discipline indépendante et encore moins d'un domaine de recherche :

> « Les applications que l'ingénieur des mines fait de la géométrie ont principalement pour objet de déterminer la direction de la route que le mineur doit suivre pour arriver, à travers la roche, d'un point à un autre [...]. L'ingénieur y parvient à l'aide de la trigonométrie la plus simple ; mais comme les procédés qu'il emploie exigent quelques manipulations particulières, on a décoré du nom de *Géométrie souterraine*, une simple application de la Géométrie élémentaire. Quelques auteurs étrangers en ont exposé tous les détails et même les superfluités dans de gros volumes » [206].

J.-F. Daubuisson revient cependant sur ce jugement hâtif dans des écrits ultérieurs ; au début du XIX^e^ siècle, la géométrie souterraine est largement considérée comme une science [207]. Dès le milieu du siècle, le statut de la discipline évolue néanmoins à nouveau : son aboutissement d'un point de vue théorique d'une part, et le développement de nouveaux outils de l'autre, vont la catégoriser comme une technique plutôt que comme une science.

La période de développement théorique de la géométrie souterraine correspond donc très étroitement à la période que nous étudions. Elle commence dans la seconde partie du XVIII^e^ siècle et trouve un aboutissement en 1851 avec la publication de la *Nouvelle géométrie souterraine* (*Die Neue Markscheidekunst*) par J. Weisbach [208]. Nous proposons ici l'hypothèse suivante : la géométrie souterraine, entre 1749 et 1851, forme une discipline mathématique à part entière. Elle possède un programme et des perspectives de recherches dans lesquels les mathématiciens de l'Académie des mines jouent un rôle de premier plan. Sans prétendre proposer une histoire complète de la géométrie souterraine - exercice qui dépasserait largement le cadre de ce travail -, nous poserons quelques jalons en décrivant certains problèmes mathématiques impliqués dans le travail des mines à Freiberg. Pour

205. Duhamel, 1787. Sur l'influence indéniable de la tradition allemande sur son travail, voir l'introduction de ce manuel. Duhamel fut inspecteur général des mines et professeur à l'École des mines de Paris lors de sa création en 1783.

206. Daubuisson, 1803 (An XII), p. 161. C'est Daubuisson qui souligne. Il pense que l'apparente autonomie de cette partie du savoir vient de la présentation qu'en donnent les Saxons et qu'il juge archaïque, les « gros volumes » mentionnés étant Oppel, 1749 et Lempe, 1782. L'objet de son mémoire est de la présenter « sous un nouveau point de vue, qui me paraît aussi simple que conforme à la manière dont on traite aujourd'hui, en mathématiques, toutes les questions de ce genre. » (*ibid.*, p. 162)

207. Dans un court article intitulé *Observations sur le mémoire relatif à la direction des percemens dans les mines, etc. inséré dans le N° 87 de ce journal* (Daubuisson, 1803 (An XII), pp. 371-379), Daubuisson reconnaît que les méthodes de Lempe sont au moins aussi valables que les siennes, « que dans l'ouvrage de M. Lempe [...] il y avait des tableaux semblables à ceux que je proposais, et que les problèmes y étaient résolus par le calcul d'après une méthode analogue », allant même jusqu'à admettre que le professeur de la *Bergakademie* avait trouvé, avant lui, une « marche différente et quelquefois plus simple » (*ibid.*, p. 371 et p. 373). Sur l'histoire et le but du *Journal des mines*, voir Laboulais, 2012, pp. 233-254.

208. Weisbach, 1851.

montrer qu'il s'agit d'une discipline mathématique à part entière, et non d'une simple application de la géométrie élémentaire, nous commencerons par étudier le contexte dans lequel elle apparaît.

En 1765, la création de la *Bergakademie* provoque la rencontre de deux traditions universitaire et technique qui présentent des caractéristiques particulières. En les unifiant, dans ses livres et surtout dans son enseignement, J.F. Lempe rassemble deux sources importantes de résultats, de méthodes et de problèmes sur les positions relatives de points dans l'espace. Il propose ensuite une approche systématiquement mathématique de leur résolution en utilisant la géométrie, la trigonométrie ainsi que l'analyse et les probabilités. L'enseignement de la géométrie souterraine, qui est une composante essentielle des programmes de l'Académie des mines, n'a jusqu'ici pas été étudié en détail. Dans les premières décennies du XIX^e^ siècle, son objet se précise et se restreint au fur et à mesure que se clarifient ses rapports avec les autres parties des mathématiques. Ce mouvement de spécialisation est visible dans les travaux des mathématiciens qui travaillent alors à la *Bergakademie*, D.F. Hecht et C.F. Naumann. À partir des années 1830, la question de la mesure de l'erreur prend une dimension nouvelle ; Weisbach s'attaque au problème d'un point de vue technique, introduisant en particulier le théodolite comme instrument de référence. Mais les progrès sont également théoriques, avec l'utilisation de méthodes mathématiques de contrôle et de correction des mesures.

2.4.1 Deux traditions antagonistes en géométrie pratique

Le *De Re Metallica* de Georgius Agricola

Le premier ouvrage consacré à l'exploitation des mines et contenant des indications calculatoires publié en Saxe, qui rencontre un écho important, est le *De Re Metallica*, du savant saxon Georgius Agricola (1494-1555). Agricola, dont le véritable nom est Georg Bauer, naît en Saxe puis devient enseignant à Zwickau avant de fréquenter l'université de Leipzig. Il étudie l'exploitation des mines à Chemnitz et Sankt Joachimsthal [209], avant de revenir à Chemnitz où il passe les vingt dernières années de sa vie. Publié en 1556, le *De Re Metallica* est un ouvrage général sur l'exploitation des mines qui rassemble l'ensemble des connaissances de son temps et contient notamment d'impressionnantes représentations de machines qui ont assuré sa postérité. Agricola, dans son panorama des « arts et sciences qu'un mineur ne devrait pas ignorer », inclut la science de l'arpentage (*artem mensorum*). Il est selon lui nécessaire d'être « capable d'estimer à quelle profondeur un puits doit être creusé pour atteindre le tunnel qui se dirige vers lui, et pour déterminer les limites et frontières dans ses

209. Aujourd'hui *Jáchymov* en République tchèque, la ville était à l'époque l'objet de conflits entre la Saxe et les Habsbourg.

travaux, surtout sous terre. » [210] Le chapitre V est ainsi consacré à l'exploitation souterraine des mines et donne des explications variées sur les métaux. Il aborde également la question du creusement de galeries verticales et horizontales, ainsi que le problème de l'arpentage souterrain :

> « Les mineurs mesurent la masse solide des montagnes de sorte que les propriétaires puissent concevoir leurs plans, et que leurs ouvriers n'empiètent pas sur les possessions d'autrui [...]. Dans certains cas, dans les tunnels et les galeries, les bornes des frontières doivent être fixées, tout comme le directeur local [*Bergmeister*] a déterminé les bornes de ces mêmes limites à la surface.
>
> Chaque méthode d'arpentage repose sur la mesure de triangles. Un petit triangle doit être établi, et on doit faire à partir de celui-ci des calculs concernant un triangle plus grand. Il faut apporter un soin particulier à ne pas dévier du tout d'une mesure correcte. » [211]

L'arpentage, en plein jour et sous terre, occupe une vingtaine de pages du livre d'Agricola et l'activité est représentée sur plusieurs figures. L'auteur expose clairement l'utilité de la discipline : calculer la longueur des puits de mine à creuser et donc la quantité de travail nécessaire, délimiter les propriétés et régler les litiges lorsque deux mines se rencontrent. La loi saxonne concernant les intersections de tunnels (*Vierungsrecht*) accorde en effet alors au propriétaire d'une galerie un droit de possession sur les métaux situés à moins de $3\frac{1}{2}$ toises (environ 7 mètres) de celle-ci : les querelles de propriété, qui se déclenchent lorsque deux galeries se croisent, deviennent ainsi des exercices de géométrie dans l'espace. Agricola insiste sur l'approximation inhérente à toute mesure et les efforts à déployer pour la réduire. Il présente, en plus des outils usuels que sont le bâton de mesure et la corde, un demi-cercle gradué et une boussole, apports probables des développements récents de l'astronomie. Son exposé ne fait cependant que très ponctuellement appel aux mathématiques proprement dites. Ce qu'il nomme « mesure de triangles » n'est pas une triangulation et il n'utilise pas la trigonométrie. Il travaille autant que possible avec des triangles rectangles semblables dans lesquels il utilise les propriétés d'interception, comme énoncé dans la citation ci-dessus. L'angle droit délimitant les plans verticaux et horizontaux, l'utilisation du fil à plomb permet de trouver facilement des parallèles dans un « petit triangle » rectangle formé par le fil et le pied de l'utilisateur, et d'en déduire les mesures d'un « triangle plus grand » semblable imaginaire situé dans la mine, grâce aux propriétés d'interception [212]. Dans les autres cas, il se contente de donner des exemples de rapports entre les côtés de certains triangles jugés « typiques » (triangle équilatéral, isocèle avec un angle obtus, isocèle sans angle obtus), puis

210. Agricola, 1912 [1556], pp. 3-4. Nous utilisons la traduction anglaise de 1912 de L.H. Hoover, qui respecte la pagination originale.

211. Agricola, 1912 [1556], pp. 128-129.

212. Agricola, 1912 [1556], p. 131. Les instruments du géomètre sont représentés p. 138, pp. 142-143 et p. 146.

laisse à l'utilisateur le soin d'identifier dans quel cas il se trouve, puis de réaliser lui-même des approximations.

Agricola montre bien l'intérêt de la géométrie souterraine, et l'on trouve dans son œuvre les rudiments d'une pratique souterraine distincte de l'arpentage à la surface du sol. Mais bien qu'il insiste rhétoriquement sur la précision, il a systématiquement recours à des approximations très simplificatrices. Il ne cherche ni à proposer des démonstrations, ni à établir des formules générales ou exactes, et la construction de plans n'est pas étudiée en détail. La géométrie souterraine est une activité d'observation, parfois seulement assistée par le calcul.

La tradition des géomètres souterrains, de N. Voigtel à F.W. von Oppel

Il est usuel de dire que le *De Re Metallica* d'Agricola reste pendant des générations l'ouvrage de référence sur l'exploitation des mines [213]. Il est vrai qu'il est encore par certains aspects d'actualité au milieu du XVIIIe siècle, en particulier dans le domaine de la construction de machines, lesquelles ont peu évolué et sont encore peu employées dans les mines allemandes. Mais l'évolution est plus rapide en ce qui concerne la géométrie souterraine. Le terme de *Markscheiden*, verbe qui désigne l'action du géomètre souterrain, est absent dans le texte latin d'Agricola qui emploie celui plus général d'art de la mesure, comme pour l'arpentage. On le trouve cependant dans une édition allemande du même ouvrage datée de 1580 [214], puis dans tous les ouvrages ultérieurs, avec l'orthographe *Marck-Scheiden.* Lempe explique que le terme vient du vieil allemand et désigne l'activité qui consiste à borner une exploitation, délimiter la surface d'une mine [215].

Deux ouvrages vont redonner un élan à la discipline au tournant du XVIIIe siècle et marquer le début d'une véritable utilisation du calcul, puis des mathématiques, chez les géomètres souterrains. Ils sont rendus possibles par une innovation technique majeure, introduite dans les années 1630, la boussole suspendue (*Hängekompass*). Il s'agit d'une boussole « suspendue » dans des cercles métalliques, de manière à pouvoir constater et contrôler l'inclinaison de l'instrument, et donc mesurer des angles horizontaux plans sans perturbations. Cet instrument (représenté sur la figure 12) reste jusqu'au milieu du XIXe siècle le principal instrument de mesure d'angles en géométrie souterraine. Il permet des relevés bien plus précis et l'apparition d'une tradition calculatoire mathématisée. Nikolaus Voigtel

213. Treue, 1956, p. 24 ; Baumgärtel, 1963, pp. 53-54 ; Baumgärtel, 1965, pp. 41-42.

214. Le titre de la première édition allemande du *De Re Metallica* est *Berckwerck-Buch / Darinn nicht Allain / alle Empter, Instrument Gezeug / und alles / so zu diesem Handel gehörig mit Figuren vorgebildet / und klärlich beschriben* (Frankfurt-am-Main, 1580).

215. Lempe, 1782, p. 3. Un synonyme de *Markscheiden* est *Grenzscheiden*, mais il est bien moins fréquent. Le verbe *scheiden* recouvre l'action de séparer, partager, diviser ; *Mark*, ou *Markstein*, est un substantif désignant une borne ou un repère utilisé pour délimiter les concessions. Ce terme peut donc, au sens étymologique, s'appliquer à l'arpentage comme à la géométrie souterraine.

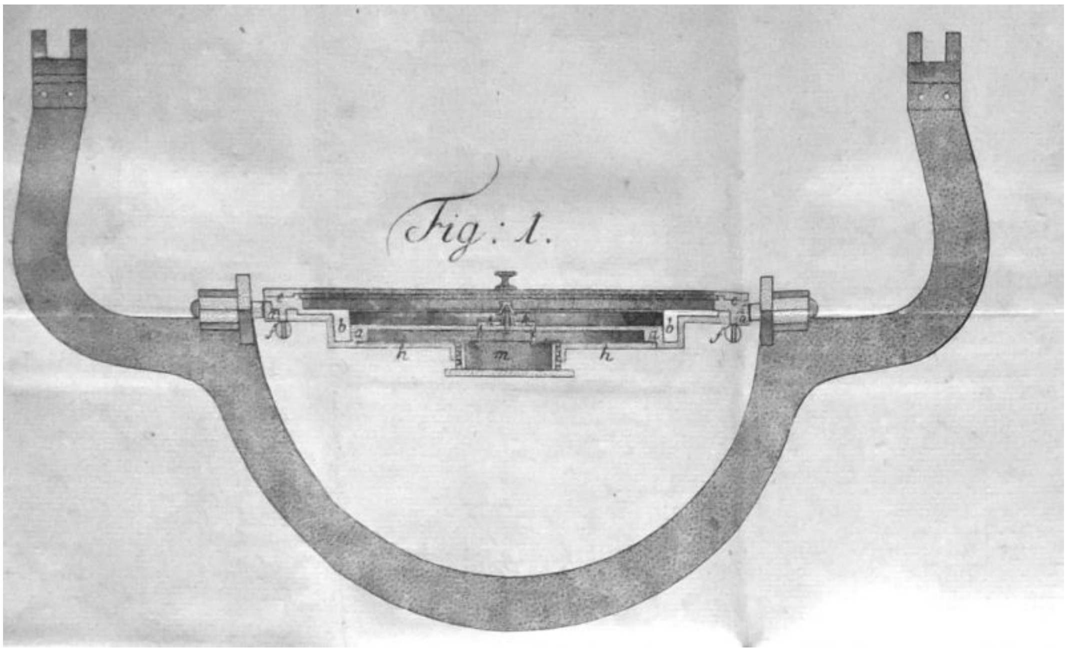


Figure 12 – Boussole suspendue de mineur, *Magazin für die Bergbaukunde* (1788, source : UAF - Wissenschaftlichen Altbestand).

(*c.* 1658-1713), né à Freiberg, travaille à Eisleben dans le royaume voisin de Saxe-Anhalt et publie en 1686 le premier texte uniquement consacré à la géométrie souterraine : *Geometria Subterranea oder Markscheide-Kunst*[216]. Balthasar Rößler (1605-1673) est quant à lui l'auteur d'un ouvrage intitulé *Speculum metallurgiae politissimum, oder Hell-polierter Berg-Bau-Spiegel*[217], qui paraît en 1700 ; il consacre à la géométrie souterraine le premier chapitre du quatrième livre de cet ouvrage. Rößler est un ingénieur et géomètre souterrain qui n'a pas étudié à l'université ; il partage sa vie entre la Bohème et la Saxe, et devient finalement directeur de l'administration des mines (*Bergmeister*) à Altenberg. Malgré leurs titres, les deux textes sont rédigés en langue vernaculaire, un allemand encore marqué de dialecte saxon.

Le but de ces deux ouvrages est différent, mais ils se rejoignent sur le rôle attribué au calcul dans l'exploitation des mines. Le texte de Voigtel fait preuve d'une grande maîtrise des mathématiques pratiques, et Lempe n'hésite pas affirmer que c'est le premier ouvrage à présenter la géométrie souterraine de manière utilisable (*brauchbar*)[218]. Comme on peut clairement voir sur le frontispice de l'ouvrage (présenté dans la figure 13 *infra*), il s'adresse à un public qui n'est pas universitaire ; les deux personnages portent des costumes traditionnels de mineurs, l'un tient un bâton de mesure (*Maaßtab*) tandis que l'autre montre du doigt des instruments, au premier rang desquels on distingue la boussole suspendue et le cercle

216. Voigtel, 1686, réédité en 1713.
217. Rößler, 1700.
218. Lempe, 1782, p. 423.

Figure 13 – Frontispice de la *Geometria Subterranea* de N. Voigtel (1686).

gradué[219]. Il est rédigé pour des techniciens, et son but est de fournir des connaissances utilisables sans sacrifier à la précision des calculs qui représente pour lui la valeur la plus importante de la discipline. Les premiers chapitres présentent ainsi le système de calcul décimal et les notions élémentaires de géométrie : le point, la ligne, le triangle. Le cinquième chapitre, *De Tabulis Sinuum*, introduit pour la première fois la trigonométrie dans le traitement des problèmes de géométrie souterraine. Voigtel calcule des tables trigonométriques adaptées aux unités de mesure en vigueur en Saxe, en particulier le *Lachter* (*toise* en français, un *Lachter* se divise en 8 parties, qui contiennent chacune 10 *Zölle*, qui se divisent chacun en 10 *Linien*[220]).

219. Il s'agit de mineurs en habits de parade. On trouve des illustrations semblables, qui présentent les différents grades des personnels des mines, dans TUWA, *Bergmännisches Kalender*, année 1791.

220. Bien que les unités et les valeurs varient de lieu en lieu, y compris à l'intérieur de la Saxe, le système

Le pas utilisé et la précision sont modestes comparés aux travaux astronomiques de la même époque, puisque l'auteur utilise un pas d'un quart de degré et un sinus total de 1 000 000. Cela n'en constitue pas moins un bond qualitatif et quantitatif considérable : qualitatif car il fournit des procédures calculatoires pour la résolution des triangles et se démarque ainsi des approximations que l'on trouve chez Agricola. L'amélioration est également quantitative car les résultats obtenus, compte tenu du fait que la géométrie souterraine s'occupe alors principalement de courtes distances, sont d'une grande précision.

Le livre de Rößler est une introduction plus générale à l'exploitation des mines, et il ne consacre au « *Marck-Scheiden* » que quelques pages de sa quatrième partie [221]. Nous pouvons supposer que ce qu'il présente correspond à peu de choses près aux pratiques courantes, ou du moins connues des géomètres du milieu du XVII^e^ siècle. Il généralise la définition qu'Agricola donnait au *Marck-Scheiden* et englobe toutes les opérations de mesure et de cartographie nécessaires à l'exploitation des mines : « Il faut savoir de quelle distance deux lieux sont éloignés en ligne droite (l'un peut être dehors au jour, l'autre dans la mine, ou les deux peuvent être dans la mine), et de combien l'un est plus haut que l'autre. » [222] Nous voyons donc, dès la fin du XVII^e^ siècle, que la tradition saxonne de géométrie pratique conçoit la géométrie souterraine comme la question de la position respective de points dans l'espace. Si Voigtel dispose de la trigonométrie pour s'attaquer à la résolution de ce problème, ce n'est pas le cas de Rößler. L'ouvrage de ce dernier, publié à titre posthume en 1700, a probablement été rédigé dans les années 1660. On peut ainsi dater l'introduction de la trigonométrie dans l'exploitation minière dans les Monts Métallifères du dernier quart du XVII^e^ siècle.

Si ces ouvrages montrent l'existence d'une tradition calculatoire vivace, il n'y a cependant pas encore de tradition mathématique scientifique à proprement parler. La première raison est la forme des ouvrages : ils sont composés d'une liste de problèmes particuliers dont la solution pratique est donnée le plus souvent sans chercher de généralisation. On ne trouve ni démonstrations, ni références à des ouvrages théoriques ou universitaires pour des compléments d'information. De plus, les problèmes les plus complexes trouvent généralement des solutions ingénieuses qui éludent le recours aux mathématiques. Pour mesurer la profondeur ou la distance entre le sol et un lieu souterrain hors de vue, Rößler recommande par exemple de creuser jusqu'à l'atteindre [223]. Cette méthode peut sembler primitive, mais du point de vue du mineur elle est très supérieure aux autres : elle permet en effet de faire venir de la lumière

utilisé dans les mines est ainsi proche d'un système décimal. Un *Lachter*, ou toise, correspond à la distance obtenue par un adulte qui étend les bras, soit environ 1,90 m. Dans le second quart du XIX^e^ siècle, les mesures sont unifiées au moins pour la Saxe, et un *Lachter* vaut alors 1,9786 m.

221. Rößler, 1700, pp. 86-88 : « Das Vierdte Buch. Vom Marck-Scheiden ».

222. Rößler, 1700, p. 86 : « *Ingleichen auch zu wissen / wie weit beyde Oerter (es mag das eine heraussen am Tage / das andere aber in der Grube / oder beyde in der Gruben seyn) der geraden Linie nach / von einander abgelegen / und um wie viel eines höher / als das andere stehet.* »

223. Rößler, 1700, p. 86, §3.

dans le puits, ce qui est alors de toute façon nécessaire [224]. L'utilité pratique et l'adaptation de l'ouvrage aux conditions réelles d'exploitation prennent le pas sur la recherche d'une solution exclusivement mathématique. Ces textes affirment néanmoins clairement qu'il est indispensable pour chaque district minier de posséder un géomètre souterrain et soulignent l'utilité de la géométrie souterraine en tant que pratique distincte dans les sciences minières.

Un dernier ouvrage majeur est publié avant la fondation de l'Académie des mines de Freiberg. Il s'agit du manuel d'*Introduction à la géométrie souterraine* (*Anleitung zur Markscheidekunst*) de von Oppel, qui paraît en 1749. Dans l'introduction, il prend soin de dresser un panorama des sciences mathématiques et de préciser les liens que la géométrie souterraine entretient avec elles. Elle est pour lui issue des sciences de la mesure, tout en possédant une extension propre, et est également liée à la géographie mathématique, ainsi qu'à l'astronomie, dans la mesure où elle nous renseigne sur la forme du globe que le mineur creuse [225]. Le contenu de l'ouvrage sera traité ci-dessous, dans l'étude du manuel de Lempe, publié en 1782, qui reprend et développe ses principaux résultats. Concernant sa forme, on remarque des évolutions notables par rapport aux deux ouvrages précédents. Tout d'abord l'auteur présente explicitement la géométrie souterraine comme une partie des mathématiques, bien qu'il insiste sur sa spécificité. Von Oppel exige ensuite de son lecteur une certaine connaissance des *Éléments* des mathématiques, car bien qu'il propose un aperçu de l'arithmétique et de la géométrie élémentaire, ce résumé est bien trop succinct pour qu'un débutant puisse en faire usage. La première partie du livre, outre cette partie de mathématiques élémentaires, contient un cours de géométrie assez classique, avec planimétrie et stéréométrie, c'est-à-dire l'étude des positions relatives de points, droites et plans dans l'espace. La seconde enseigne la géométrie souterraine proprement dite. L'auteur y décrit les instruments spécifiques, leur construction et leur utilisation, la manière de procéder aux relevés de points, les méthodes de calcul et l'art de dresser des plans. L'ouvrage se conclut par une liste d'exercices dont la résolution est commentée. Von Oppel aborde également des sujets clairement en dehors des mathématiques, avec notamment un chapitre consacré à l'histoire naturelle et à la géologie (étude des minéraux et couches géologiques). L'auteur, et plus généralement les techniciens et géomètres souterrains, considèrent que ces savoirs font partie de la discipline, au même titre que le droit des mines. Tous pensent que les universitaires n'arrivent pas à saisir les particularités liées à l'exploitation des mines ; ce point de vue est clairement exprimé et constitue même l'une des caractéristiques de cette tradition. Voici par exemple la manière dont von Oppel retrace l'histoire de sa discipline et

224. La disposition relative de ces « puits au jour » (*Lichtlöcher*) est également un problème de mathématiques pratiques, traité notamment dans le *Magazin für die Bergbaukunde* (MB, num. 12, 1798, pp. 3-40, « Über die vortheilhafteste Vertheilung der Lichtlöcher eines Stollens, und ihre Anzahl »).

225. Oppel, 1749.

insiste sur ses spécificités :

> « Personne d'autres que ceux qui travaillent dans les mines n'auraient donc pu remarquer que l'on avait besoin d'une science de la mesure souterraine [*unterirdische Meßkunst*]. Cet art de la mesure particulier a ainsi reçu de ses inventeurs une forme particulière dans laquelle il est le plus utile pour l'exploitation des mines, et c'est sous cette forme qu'il sera ici présenté. Pour cette raison, cette science n'est pas seulement une science mathématique, mais elle appartient également aux sciences minières et enseigne l'application des règles de la science de la mesure générale, selon certains buts, à l'exploitation des mines. C'est également ainsi qu'elle a reçu une extension qu'elle n'aurait pas eu en tant que simple science de la mesure souterraine. » [226]

Une tradition universitaire critique envers les géomètres souterrains

Le premier livre consacré à la géométrie souterraine rédigé par un universitaire est publié en 1726 et intitulé *Institutiones Geometriae Subterraneae*. Cet ouvrage, réédité en 1751, est traduit en allemand en 1765 sous le titre *Instructions sur l'art de la mesure, ou géométrie souterraine* (*Anleitung zur unterirdischen Meß- oder Markscheidekunst*) [227]. Son auteur est une fois de plus un Saxon, Johann Friedrich Weidler (1691-1755), professeur de mathématiques à l'université de Wittenberg. Il indique avoir personnellement effectué un voyage jusqu'à Freiberg pour observer la démarche des géomètres souterrains, l'usage des instruments, et pour discuter avec les membres de l'administration. Il assure avoir écrit ce livre pour remédier à un manque, et considère le contenu mathématique et la méthode des ouvrages de Voigtel et de von Oppel comme notoirement insuffisants :

> « Cette science, bien qu'elle soit en vogue chez les mineurs, n'a comme admirateurs, en raison du dégoût et du danger dont elle est entourée, essentiellement que ceux qui sont inexpérimentés dans les sciences mathématiques ; et pour cette raison elle n'est pas expliquée par eux de manière claire et suffisamment approfondie. » [228]

226. Oppel, 1749, *Vorbericht*, p. 9 : « *Es hat daher Niemand eher als eben die Bergleute darauf fallen können, daß man eine unterirdische Meßkunst nöthig habe* [...]. *Es hat also auch diese Art der Meßkunst, nach der Absicht ihrer Erfinder, eine solche Gestalt überkommen, und in einer solchen werden wir sie auch hier vortragen, wie sie bey dem Bergbau überhaupt am meisten brauchbar ist. Dieserhalb ist sie nicht nur eine mathematische Wissenschaft, sondern sie gehöret auch unter die bergmännischen Wissenschaften und lehret die Regeln der allgemeinen Meßkunst nach gewissen Absichten auf den Bergbau anwenden. Eben dadurch aber hat sie eine Erweiterung bekommen, die sie bloß als eine unterirdische Meßkunst nicht haben würde.* »

227. Nous utilisons ici la première édition allemande, traduite à partir de la seconde édition latine. C'est pour cette raison que l'on trouve des références à von Oppel, dont l'ouvrage paraît en 1749, c'est-à-dire entre les deux éditions latines.

228. Weidler et Fuchsthaler, 1765, pp. 8-9 : « *Diese Wissenschaft, obwohl sie bey unseren Bergleuten sehr im Schwange ist : weil sie dennoch wegen den Eckel und Gefahren, mit welchen sie umgeben ist, meistentheils nur dergleichen Verehrer hat, die in den mathematischen Wissenschaften unerfahren sind, und derohalben desto undeutlicher, und nicht gründlich genug von ihnen erkläret wird.* »

Le traducteur Nicolaus Fuchsthaler (1734-1788), pourtant enthousiaste à propos de l'ouvrage, ne voit pas les choses de la même manière et juge qu'il s'agit d'une introduction, « pour que les débutants, après avoir complètement maîtrisé les présents Éléments [*Anfangsgründe*] de géométrie souterraine, puissent ainsi plus facilement comprendre les autres livres qui traitent de l'exploitation des mines ou de la géométrie souterraine elle-même. » [229] Les descriptions du manuel par le traducteur et l'auteur sont donc contradictoires, et illustrent la tension qui existe entre le milieu universitaire et les ingénieurs. Le premier juge que le livre ne fait que préparer à l'étude des ouvrages des techniciens, tandis que le second pense les améliorer, et même les remplacer. De fait, N. Fuchsthaler est plus proche de la réalité que J.F. Weidler. Il est certes indéniable que ce livre est plus clair et plus court que n'importe lequel des ouvrages précédents ; il traite de plus uniquement de mathématiques, ce qui n'est pas le cas des livres d'Agricola ou de von Oppel. Mais il n'est pas fondamentalement plus rigoureux du point de vue scientifique : l'auteur renvoie systématiquement à ses manuels de mathématiques pour les explications et ne présente qu'un unique théorème. Il est également beaucoup moins complet et laisse de côté des éléments indispensables à la pratique de l'arpentage souterrain. La plus grande partie du livre est en fait composée d'exercices de géométrie et d'exemples, qui sont d'ailleurs empruntés pour la plupart aux géomètres souterrains qui l'ont précédé. Il est donc impensable qu'il ait pu constituer un manuel complet, suffisant pour apprendre la pratique de ce métier.

Un second ouvrage universitaire est publié sur le sujet par Kästner en 1775, c'est-à-dire dix ans après la création de l'Académie des mines. Il s'intitule *Remarques sur la géométrie souterraine, avec un mémoire sur la mesure des hauteurs à l'aide du baromètre* (*Anmerkungen über die Markscheidekunst : nebst einer Abhandlung von Höhenmessungen durch das Barometer*). L'auteur y confie tirer son expérience pratique d'un voyage à Freiberg effectué 28 ans plus tôt, en 1747. Comme dans ses autres travaux, Kästner fait preuve d'une grande érudition et d'un soin constant dans l'usage de la méthode mathématique. À l'instar de Weidler, il est très critique de la tradition des géomètres souterrains et juge en particulier que leurs ouvrages ne sont pas adaptés à l'enseignement universitaire. Il assigne au moins trois buts à son ouvrage ; celui-ci doit tout d'abord, on l'a vu, être utilisé à l'université de Leipzig (Kästner ne mentionne même pas la *Bergakademie*). Ensuite, il veut améliorer le traitement proposé par von Oppel, chez qui de nombreux problèmes « ne sont pas résolus assez clairement, sans preuve, ou bien pas résolus du tout. Des solutions complètes et minutieuses de ces problèmes reposent sur les théories des positions des plans et de la trigonométrie sphérique. » [230] Enfin il s'inscrit clairement dans une démarche de recherche

229. Weidler et Fuchsthaler, 1765, p. 5 : « *damit die Anfänger, nachdem sie gegenwärtige Anfangsgründe der Markscheidekunst gänzlich begriffen haben, die übrigen Bücher, so von dem Bergbaue, oder von der Markscheidekunst selbst handeln, desto leichter verstehen können.* »

230. Kästner, 1775, introduction non paginée : « *nicht deutlich genug, ohne Beweis, oder auch gar nicht, aufgelöst sind. Vollständige und gründliche Auflösungen davon beruhen auf den Lehren von Lagen der Ebenen*

scientifique de nouveaux résultats. Il ne vise plus seulement à résoudre des problèmes donnés, de manière instrumentale ou théorique, mais cherche à utiliser les mathématiques de manière systématique dans l'exploitation des mines :

> « Je cherchai à vrai dire à réaliser des applications de l'arithmétique, de la géométrie et de l'analyse à la géométrie souterraine, qui n'avaient pas encore été faites. Qu'il y eut à cette occasion des propositions pour exécuter les travaux de géométrie souterraine plus confortablement et plus correctement, on en trouvera des exemples pour la mesure en *Lachter*, pour le cercle gradué, pour le calcul des bases horizontales et des profondeurs perpendiculaires, pour la détermination des angles sans boussole ni boussole minéralogique, etc. » [231]

L'ouvrage de Kästner est d'un niveau bien supérieur à celui de Weidler. Il ne s'agit pas d'un manuel exposant l'ensemble des principes de la géométrie souterraine mais d'un recueil de remarques souvent novatrices. Il s'attache à des questions de la tradition technicienne, auxquelles il apporte des méthodes et des solutions nouvelles. Un exemple important dans la pratique quotidienne est l'amélioration de la précision du demi-cercle utilisé pour les mesures d'angles. Cet instrument possède traditionnellement une division en quart de degrés, et la proposition de von Oppel pour passer à un pas de cinq minutes d'angle se révèle impossible à mettre en place, car les conditions d'observation dans les mines sont trop mauvaises. Kästner, qui dispose d'une culture encyclopédique des mathématiques pratiques, suggère d'y adapter le vernier, un outil répandu en navigation et en astronomie mais inconnu en géométrie souterraine. Il devient ainsi possible dans les mines de mesurer des angles avec une précision d'une ou deux minutes, y compris dans de mauvaises conditions d'éclairage [232]. Il est également le premier à introduire l'analyse dans l'étude de la géométrie souterraine, bien qu'il y ait recours seulement de manière anecdotique [233].

Ces deux traditions de géométrie souterraine sont ouvertement en conflit car toutes deux prétendent posséder la bonne méthode de résolution des problèmes. Les géomètres souterrains reprochent à la science académique de ne pas connaître la réalité pratique et d'oublier des connaissances annexes qui permettent d'utiliser les mathématiques sur le terrain. Il existe également un vrai mépris des universitaires envers les géomètres souterrains, dont les ouvrages utilisent des conventions différentes, ce qui amène par exemple Kästner à

---

und sphärischen Trigonometrie. »

231. Kästner, 1775, introduction non paginée : « *Eigentlich suchte ich Anwendungen der Arithmetik, Geometrie und Analysis auf die Markscheidekunst zu machen, die noch nicht gemacht waren. Daß sich hiebey Vorschläge gaben, Markscheiderarbeiten bequemer oder richtiger zu bewerkstelligen, davon wird man Proben selbst beym Lachtermaasse, beym Gradbogen, bey der Berechnung der Sohlen und Seigerteufen, bey der Bestimmung der Winkel ohne Compass und Eisenscheiben u.s.w. finden.* »

232. Kästner, 1775, pp. 45-52.

233. Kästner, 1775, §31, pp. 205-210. Il reprend la question posée par von Oppel (Oppel, 1749, p. 274) de savoir quelle trajectoire suivrait un filon qui s'enfoncerait en permanence avec la même direction. Kästner corrige l'affirmation de ce dernier selon laquelle on obtient une loxodromie et donne l'équation de la spirale logarithmique qui selon lui constitue la véritable trajectoire.

qualifier von Oppel de « plus grand mathématicien parmi les géomètres souterrains, ce qui ne signifie pas grand-chose » [234]. Cet antagonisme entre universitaires et techniciens n'est pas spécifique aux sciences minières et témoigne plutôt d'un débat plus large dans l'espace germanophone sur le statut des différentes professions et les relations entre les mathématiques et le domaine technique [235]. La géométrie souterraine est donc profondément bouleversée par le choix du gouvernement saxon de créer une Académie des mines à Freiberg en 1765. Dans cette institution l'enseignement pratique de la discipline, par les administrateurs des mines et les géomètres souterrains, coexiste avec une approche mathématique plus académique dans l'enseignement de Charpentier. C'est dans ce contexte que Lempe va proposer une synthèse des deux traditions et proposer un programme de recherche unifié en géométrie souterraine.

2.4.2 La géométrie souterraine à l'Académie : unification d'une discipline

Une nouvelle approche dans les publications de J.F. Lempe

Lempe reçoit sa première formation en géométrie souterraine à l'Académie des mines entre 1773 et 1777. À partir de 1775, le professeur est Johann Andreas Scheidhauer (1718-1784), géomètre souterrain à Freiberg, qui a beaucoup innové sans cependant avoir jamais publié d'ouvrage complet [236]. Lempe se réfère souvent à son professeur, ainsi qu'à un autre géomètre, Georg Wilhelm Lindig (?- ?), lorsqu'il expose de nouvelles méthodes. Entre 1781 et 1782, il publie un article et deux livres sur ce sujet, qui vont exercer une influence importante sur la manière dont la discipline est perçue et pratiquée. Le premier ouvrage est le commentaire des *Éléments de mathématiques* de Kästner (*Erläuterung der Kästnerischen Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie*), auquel il ajoute une partie consacrée à la géométrie souterraine. Il s'agit du premier manuel de mathématiques élémentaires qui intègre un chapitre consacré à ce thème. Cette nouveauté est soulignée dans la préface rédigée par Hindenburg :

> « L'essai sur la géométrie souterraine qui se trouve en annexe a tout d'abord comme but de montrer l'application utile des connaissances géométriques et trigonométriques à cet objet. Espérons qu'il ne se trouve pas au mauvais endroit ;

234. Kästner, 1775, p. 47 : « *der Grösste Mathematiker unter den Markscheidern, sagte nur was sehr kleines* ».

235. Voir par exemple la critique des artisans, dans l'article *Mathematicus* du *Mathematisches Lexicon* de C. Wolff : « Par mathématicien on comprend une personne qui possède une connaissance approfondie des mathématiques et qui est également assez habile pour retrouver, par sa propre réflexion, les vérités qui en font partie. Les ignorants abusent bien souvent de ce nom en ce qu'ils l'accordent à toutes les personnes qui comprennent quelques parties des mathématiques appliquées [...]. Et c'est à cause de cela que les mathématiciens sont souvent considérés de la même manière que ces artisans et qu'ils ne jouissent pas d'une haute considération » (Wolff, 1747, pp. 869-870, notre traduction).

236. Voir sa notice biographique p. 518.

> il doit cependant également être vu comme un échantillon d'un futur manuel de géométrie souterraine, que l'auteur songe à publier, si ce petit essai devait trouver l'approbation des connaisseurs, ce dont je ne doute pas. »[237]

En 1782, Lempe va effectivement publier un manuel consacré à la géométrie souterraine intitulé *Instruction approfondie de géométrie souterraine* (*Gründliche Anleitung zur Markscheidekunst*). L'étude de ces deux livres, publiés à un an d'intervalle, permet de définir ce qu'est la géométrie souterraine théorique à Freiberg à la fin du XVIII^{e} siècle. Le double objectif que Lempe atteint avec ces publications est de cimenter l'appartenance de la géométrie souterraine au domaine des sciences mathématiques, tout en fournissant un ouvrage qui est à la fois scientifique, dans son écriture et sa méthode, et utilisable dans la pratique. Charpentier, qui rédige la préface du second manuel, ne manque bien sûr pas de souligner ce fait, conséquence selon lui de la création d'une Académie dédiée aux sciences minières :

> « La géométrie souterraine était donc toujours traitée de manière artisanale par ceux qui devaient l'exercer, lorsque ce louable institut, l'Académie des mines, érigée ici en l'an 1765, donna à chaque individu qui en avait les capacités et l'envie l'opportunité de s'imprégner lui-même, par l'apprentissage des mathématiques et d'autres sciences auxiliaires, non seulement des principes de la géométrie souterraine, mais également de toute son étendue, de son application utile dans de nombreux cas à l'exploitation des mines, et en quoi elle est en relation exacte avec les mathématiques. »[238]

L'ouvrage est divisé en deux parties : la première traite des principes de la discipline et de ses instruments, tandis que la deuxième propose la résolution de nombreux problèmes spécifiques. L'objet de la discipline est chez Lempe d'emblée considéré de manière théorique : la géométrie souterraine traite de « différents points, lignes et plans, dont on doit déterminer la position respective et l'éloignement. »[239] Après avoir défini la distance d'un point à une ligne ou à un plan donné, ainsi que la représentation d'un objet dans un plan géométral (*Grundriß*) et dans un plan vertical (*Seigerriß*), il peut présenter ce qui constitue pour lui

237. Lempe, 1781a, préface de Hindenburg, non paginée : « *Der angehängte Versuch über die Markscheidekunst hat zunächst die Absicht die nützliche Anwendung geometrischer und trigonometrischer Kenntnisse auf diesen Gegenstand zu zeigen. Hoffentlich steht er also nicht am unrechten Orte ; er soll aber auch zugleich zur Probe eines künftig auszuarbeitenden Hand- und Lehrbuchs über die Markscheidekunst dienen, welches der Herr Verfasser herauszugeben gedenkt, wenn dieser kleine Versuch bey Kennern, wie ich nicht zweifle, Beyfall finden sollte.* » Dans Lempe, 1781a, l'essai sur la géométrie souterraine se trouve dans le volume 3, pp. 271-483.

238. Lempe, 1782, préface de Charpentier, pp. 10-11 : « *Es blieb also die Markscheidekunst immer noch bey denen, die sie ausüben sollten, in der gewöhnlichen handwerksmäßigen Behandlung, bis durch die preißwürdigsten Anstalten, der im Jahr 1765 hier errichteten Bergwerksakademie die Gelegenheit allgemein wurde, wo durch sich ein jeder, der Fähigkeiten und Lust zum Denken hatte, durch Erlernung mathematischer und anderer Hülfswissenschaften, nicht nur von den Gründen der Markscheidekunst, sondern auch von ihrem ganzen Umfange, und auf wie mancherley Fälle sie beym Bergbau brauchbar anzuwenden ist, und in was für genauer Verbindung sie mit der Mathematik steht, selbst überzeugen konnte.* »

239. Lempe, 1782, p. 3 : « *verschiedene Punkte, also auch Linien und Ebnen, deren Lage und Entfernungen gegen einander man wissen muß.* »

le théorème principal de la géométrie souterraine : « Si les distances BC, BG, BF d'un point B à trois plans AH, IL, IK, qui passent par un point A connu, et dont les positions sont connues, sont données : alors on connaît B et donc également AB. » [240]

Il entreprend ensuite de définir mathématiquement des termes utilisés dans les mines depuis plusieurs siècles. La *profondeur perpendiculaire* (*Seigerteufe*), qui était jusque-là un synonyme de « hauteur », devient, pour une ligne inclinée AB, la distance entre le point B et le plan horizontal passant par A. De même, la *distance horizontale* (*horizontaler Abstand* ou *Sohle*) d'une ligne inclinée AB devient la distance entre le point B et le plan vertical passant par A, lui-même défini par l'orientation du fil à plomb. L'angle que forme une ligne inclinée par rapport à un plan horizontal est nommé *inclinaison* (*Neigung* ou *Fallen*). En toute rigueur, Lempe doit préciser ce qu'il entend exactement par « horizontal » et « vertical », puisque son objet, les mines, sont une partie de la Terre. Or il n'y a pas une chose que l'on pourrait nommer plan horizontal ou vertical de manière absolue. Il consacre donc un chapitre consacré à la géographie mathématique, de facture semblable aux enseignements universitaires de l'époque, dans lequel il introduit les termes de ligne et de plan méridiens. Il peut alors définir le plan horizontal en un lieu L donné comme le plan orthogonal au plan méridien, et cette intersection forme la ligne méridienne. Revenant à ses définitions, il introduit la *direction*, ou *angle de direction* (*Streichen* et *Streichungswinkel*) d'une ligne AB comme l'angle du plan vertical défini par cette ligne avec le plan méridien. Lempe cherche par ce travail de redéfinition à ramener l'ensemble des mesures à un référentiel immuable et donc susceptible de vérifications. Les géomètres souterrains se repéraient jusqu'alors généralement à l'aide d'une boussole, c'est-à-dire par rapport au plan méridien magnétique qui est sujet à variations. Mais les mesures ainsi obtenues sont relatives et ne peuvent pas être réutilisées plus tard, ce qui rend la cartographie peu précise.

Muni d'une définition immuable des plans horizontal et vertical, Lempe peut déterminer la position de la projection d'une ligne inclinée AB sur le plan horizontal, pourvu que la distance horizontale soit connue. En se basant toujours sur son concept de direction, il définit le *sinus-direction* d'un segment incliné AB comme la distance de B au plan méridien passant par A, et le *cosinus-direction* comme la distance de B au plan équatorial passant par A [241]. Ces termes sont ici introduits pour la première fois dans un manuel imprimé, mais Lempe les tient de Scheidhauer : avec cet ouvrage, son mérite est de formaliser et de diffuser des savoirs pratiques jusque-là confidentiels. Ils correspondent approximativement aux notions de longitude et de latitude, à ceci près que l'on ne se situe pas par rapport à

240. Lempe, 1782, p. 7, §22 : « *Wenn die Entfernungen BC, BG, BF eines Punktes B von dreyen durch einen gegebenen Punkt A laufenden und ihrer Lage nach bekannten Ebnen AH, IL, IK, gegeben sind : so weiß man B und also auch AB.* »

241. Sinus-direction = *Streichungsinus* ou *Streichsinus*, cosinus-direction = *Streichungkosinus* ou *Streichkosinus*. Le plan équatorial mentionné ici n'est pas le plan équatorial de la Terre mais le plan obtenu par la rotation de la ligne issue du point A et perpendiculaire à l'axe de la Terre autour de celui-ci.

l'équateur ou à un point fixe de référence, mais par rapport à l'autre extrémité du segment. Il peut alors démontrer l'affirmation suivante, en utilisant le théorème énoncé ci-dessus : « Si l'on connaît la vraie distance d'un point B jusqu'à son point de départ A ; l'angle de direction et l'inclinaison de la ligne droite AB passant par A et B : on peut alors déterminer la position du point B. » [242] Si la distance AB est connue, on peut alors en déduire à l'aide de la direction la position par rapport au plan méridien et au plan vertical du lieu considéré, tandis que l'inclinaison fournit la position par rapport au plan horizontal.

Lempe intègre ainsi des méthodes et définitions venant d'autres sciences mathématiques afin de créer un cadre à l'intérieur duquel tous les problèmes rencontrés dans le travail des mines peuvent être résolus exclusivement par le calcul. Outre la géographie mathématique, il utilise l'astronomie comme clef de voûte de son système : la détermination précise de la ligne méridienne sur laquelle repose son système de coordonnées. Il connaît parfaitement les ouvrages d'astronomie universitaires (et cite ceux de J.-J.L. de Lalande et J.E. Bode) ; il expose au lecteur certaines des méthodes classiques, basées sur le gnomon ou l'observation de l'étoile polaire, et fournit des tables de culmination. Lempe donne des instructions détaillées et ne se contente pas de renvoyer aux auteurs précédemment nommés car il cherche à produire des connaissances pratiques ; or « la plupart des géomètres souterrains connaissent à peine le terme d'astronomie. Il était donc nécessaire, en raison du 43 [paragraphe traitant de la ligne méridienne], de donner quelques instructions à ce propos. » [243] Sa volonté de rigueur, qui passe par l'imposition d'un référentiel fixe, est ici conciliée avec l'idée d'une science utile et utilisable ; c'est pour cela qu'il veille à inclure dans son manuel toutes les connaissances nécessaires à la pratique de la géométrie souterraine.

Après avoir posé la théorie qui sous-tend sa vision purement calculatoire de la géométrie et décrit les instruments et leur utilisation, il doit encore donner et justifier les formules qui permettent d'accomplir les tâches courantes du géomètre souterrain : à partir d'un point donné, trouver la droite qui possède une certaine direction et inclinaison, ou encore, considérant la droite horizontale issue d'un point A donné, connaissant la longueur AB et la direction observée, trouver la position réelle du point B [244]. Pour chaque problème, le lien avec les opérations pratiques du métier de géomètre souterrain est évident. Par exemple, afin d'établir les formules qui lient profondeur verticale, base horizontale et inclinaison,

242. Lempe, 1782, p. 14, §54 : « *Weiß man eines Punkts B wahren Abstand von seinem Anfangspunkte A ; der durch A und B gehenden geraden Linie AB Streichungswinkel und Neigung : so kann man die Lage des Punkts B angeben.* »

243. Lempe, 1782, p. 129, §238 : « *die meisten Markscheider die Astronomie kaum dem Namen nach kennen. So war es wegen* [§] *43 nöthig, davon hier einige Vorschriften mitzutheilen.* »

244. Respectivement p. 115, §223 et p. 120, §231. Bien que nous ne le discutions pas ici, Lempe consacre de longs développements aux mesures réalisées à l'aide de la boussole, à l'influence du magnétisme et aux moyens de la calculer. Voir en particulier les chapitres *VII. Findung der Magnetabweichung* et *VIII. Findung der reducirten Streichung.*

Lempe propose les notations suivantes[245]. La profondeur verticale de AB est *Sg. AB* (pour *Seigerteufe*), sa base horizontale *S. AB* (pour *Sohle*). Alors on a pour AB = 1 avec une inclinaison α :

$$Sg.\ AB = 1 + sin\ \alpha$$
$$S.\ AB = 1 + cos\ \alpha$$

tandis que l'exercice inverse peut être résolu à l'aide des formules suivantes, où l'on cherche à déterminer la longueur l et l'inclinaison α :

$$l = \sqrt{[(Sg.\ AB)^2 + (S.\ AB)^2]}$$
$$tan\ \alpha = \frac{Sg.\ AB}{S.\ AB}$$

Après avoir présenté les différentes formules qui permettent d'obtenir deux valeurs parmi les quatre au moyen des deux autres, il montre que l'on peut combiner les diverses opérations donnant la base horizontale et la profondeur perpendiculaire d'un segment. Cette transitivité est en effet primordiale pour établir des plans complets et les mesures de vastes galeries à partir du plus petit nombre de mesures et de calculs possible. Il propose ensuite les formules pour déterminer le sinus-direction (noté *Strs. AB*, pour *Streichungsinus*) et le cosinus-direction (noté *Strk. AB*, pour *Streichungkosinus*), à partir de la direction β et de la base horizontale S :

$$Strs.\ AB = S.\ AB \times sin\ \beta$$
$$Strk.\ AB = S.\ AB \times cosin\ \beta$$

Muni de ces formules, dont il établit également la transitivité, et des indications précédentes pour mesurer la direction et l'inclinaison de chaque point, il peut déterminer pour un segment AB la longueur réelle, la base horizontale et la profondeur perpendiculaire ainsi que les sinus-directions et cosinus-directions. Dans le système décrit par J.F. Lempe, lorsque l'on possède ces coordonnées, il devient alors possible de se passer de la boussole ou de la mesure à partir de plans. Son but est bien de trouver la position dans l'espace de chaque point par rapport à trois plans passant par un point déterminé. L'amélioration théorique publiée par Lempe a des conséquences très concrètes sur l'exercice du métier de géomètre souterrain qui est désormais « en mesure, non seulement de réaliser des plans de mines sans boussole, mais également de résoudre la plupart des tâches du géomètre souterrain uniquement par le calcul : c'est-à-dire bien plus précisément qu'il n'est enseigné dans la

245. Lempe, 1782, §263 (pp. 161-162) et §268 (pp. 167-168).

plupart des manuels de géométrie souterraine, et qu'il n'est encore pratiqué par la plupart des géomètres souterrains. »[246]

Lempe consacre une petite partie de son manuel à l'analyse ; il décrit les principes du calcul différentiel, puis expose les formules usuelles, en particulier trigonométriques. La théorie sous-jacente est passée sous silence car « pour comprendre l'origine de ces formules, il faut être familier avec ce calcul, ce qui ne peut pas être exigé d'un géomètre souterrain. »[247] Il utilise ensuite certains de ces résultats dans le cadre d'une réflexion sur l'approximation des mesures. Lempe raisonne en géomètre souterrain et part du principe que dans toute mesure l'erreur est inévitable, avant d'évaluer chaque instrument du point de vue de la mise en pratique. Il cherche non seulement des moyens de réduire l'erreur, mais surtout de la contrôler. Il propose ainsi de caractériser chaque instrument de mesure selon la *plus grande erreur inévitable* (*größter unvermeidlicher Fehler*) que son utilisation engendre. Cette *plus grande erreur inévitable* ne reflète pas simplement le pas, ou la précision dans le recueil des données : il faut prendre en compte les opérations que ces données subissent lors des différents calculs. Le géomètre souterrain, dans son travail quotidien, ne manipule pas directement les mesures mais les bases horizontales, les profondeurs perpendiculaires, les sinus-directions et cosinus-directions : « on ne peut cependant pas obtenir ces choses avec une précision complète, car on ne peut mesurer les données avec une précision totale. Il faut donc chercher à obtenir la plus grande fiabilité possible sur ces choses par la mesure des conséquences de ces erreurs. »[248] Il utilise alors le calcul différentiel dans un triangle rectangle d'hypothénuse H et de base (*Cathede*) P, avec angle opposé p. Il se sert des formules déjà introduites pour calculer le rapport entre une erreur de départ et l'erreur finale pour les différents objets pris en considération (base horizontale, profondeur perpendiculaire, sinus-direction et cosinus-direction). Nous pouvons suivre l'un des exemples qu'il donne avec la profondeur perpendiculaire :

246. Lempe, 1782, p. 178, §284 : « *wird man in den Stand gesetzt, nicht nur ohne Compaß Grundriße zu fertigen, sondern auch die meisten Markscheideraufgaben blos durch Rechnung aufzulösen : also viel genauer, als in den mehresten Marscheidebücher gelernt und von den meisten Markscheidern noch ausgeübt wird.* »

247. Lempe, 1782, p. 208, §352 : « *dieser Formeln Ursprung einzusehen muß man mit genannter Rechnung bekannt seyn ; welches man aber von dem Markscheider nicht verlangen kann.* » Une courte annexe, pp. 557-570, traite également de l'intégration et des lignes courbes.

248. Lempe, 1782, p. 211, §360 : « *Diese Dinge aber kann man nicht vollkommen richtig erhalten, weil man die Data nicht vollkommen genau messen kann. Man muß daher durch Berechnung der Folge der Fehler die möglichste Zuverläßigkeit gennanter Dinge zu erhalten suchen.* » La notion de conséquences d'une erreur (*Folge der Fehler*) est très probablement empruntée à Lambert, qui l'utilise dans **?**.

$$\begin{aligned}
\mathrm{dSg.\ H} &= \sin p\ \mathrm{dH} + \mathrm{H} \cos p\ \mathrm{dp} \\
\frac{\mathrm{dSg.\ H}}{\mathrm{Sg.\ H}} &= \frac{1}{\mathrm{H}}\mathrm{dH} + \cot p\ \mathrm{dp} \\
&= \frac{\mathrm{dH}}{\mathrm{H}} + \frac{\mathrm{dp}}{\tan p}
\end{aligned}$$

Si, à l'aide d'un instrument quelconque de mesure, on recueille les données suivantes : H = 10 Lr 5 Zoll, et P = 40 ° 25 Min, alors que les vraies grandeurs sont : H = 10 Lr = 800 Zoll, et P = 40 ° 20 Min, on a alors[249] :

$$\begin{aligned}
\mathrm{dH} &= 5\ \mathrm{Zoll} \\
\mathrm{dp} &= \frac{5}{206264} = 0,00024 \\
\mathrm{dSg.\ 10\ Lr\ 5\ Zoll} &= 3,251\ \mathrm{Zoll} \\
\frac{\mathrm{dSg.\ H}}{\mathrm{Sg.\ H}} &= 0,00625 + 0,00003 = 0,00628.
\end{aligned}$$

Lempe possède ainsi un outil performant pour évaluer la précision d'un instrument en estimant la répercussion maximale d'une erreur de mesure sur les calculs qui y font appel. Sur cet exemple, une variation de 5 *Zölle* sur 10 *Lachter* - soit environ 0,125 mètre sur 20 mètres - et de 5 minutes d'arc sur 40 degrés 20 minutes entraîne une erreur sur la base perpendiculaire de l'ordre de 0,628 pour cent. Cet encadrement de l'erreur lui permet de comparer plusieurs instruments, ce qu'une simple mesure ne peut directement indiquer. Il montre notamment que dans le cas d'un angle plan, une mesure réalisée avec deux cordes d'arpentage - des outils pourtant rudimentaires - est plus précise qu'avec une boussole, ce qui est contraire à l'intuition.

On pourrait s'interroger sur l'opportunité d'utiliser ici des méthodes mathématiques relativement sophistiquées, alors que dans la pratique une simple répétition des relevés suffit à améliorer significativement la précision des données. L'idée de réaliser plusieurs mesures successives et d'utiliser des moyennes est bien sûr connue de Lempe, mais il la rejette pour des raisons pratiques : elle lui semble trop longue, dangereuse et coûteuse. Bien qu'il ne s'étende pas sur le sujet, nous pouvons justifier cet argument en tenant compte de la réalité des mines à cette époque. Les galeries, encore très étroites, ne peuvent laisser passer qu'un homme de front, si bien que mesurer un couloir de manière répétée suppose d'arrêter complètement l'exploitation. Faute d'investissements et pour réduire les coûts, la sécurité est en outre très

249. Lempe, 1782, pp. 213-214. Nous respectons autant que possible la typographie originale. *Lr* signifie *Lachter*, *Min* signifie *minute d'angle*.

mauvaise. Du point de vue pratique, et dans ces circonstances, une technique basée sur la répétition des mesures serait donc un recul considérable. Le métier de géomètre souterrain étant dangereux, les méthodes de Lempe visent non seulement à augmenter la précision et systématiser le recours au calcul, mais aussi à réduire le temps passé dans les mines. Son but est que chaque galerie ne nécessite qu'un seul relevé ; c'est pour cela qu'il veut s'affranchir des variations magnétiques, ou encore estimer la précision des mesures. Lempe cherche ainsi à utiliser les mathématiques aussi utilement que la pratique concrète le permet, à les mettre au service des conditions réelles d'exploitation.

Il faut insister sur l'aspect novateur du manuel de Lempe qui a recours aux mathématiques supérieures dans un ouvrage de mathématiques pratiques. La discipline commence en effet juste à être enseignée dans les universités saxonnes. Conscient de l'incapacité de la plupart des ingénieurs à la comprendre, il tient néanmoins à souligner son utilité dans l'exploitation des mines. Il s'inscrit dans une démarche de mathématisation poussée, et l'on discerne chez lui la volonté, déjà présente chez Kästner, de rechercher en quoi les sciences peuvent contribuer au développement technique. C'est donc une mathématisation « par le haut », où l'on cherche de manière consciente et systématique à mathématiser un domaine du savoir. Son travail se distingue ainsi de celui de ses prédécesseurs à la fin du XVII^{e} siècle, pour qui l'introduction progressive de la trigonométrie était seulement un moyen de simplifier ou d'accélérer des résolutions déjà connues. Cette volonté de mathématisation est chez Lempe explicite :

> « Les théorèmes analytiques du calcul différentiel et intégral, dont on n'introduit ici qu'une toute petite partie concernant les lignes courbes, peuvent montrer au géomètre souterrain, même s'il ne devait pas les comprendre, que son art ne comporte pas un peu, mais beaucoup de théorie, et que pour pouvoir se débrouiller seul dans tous les cas de figure, des recherches théoriques approfondies sont souvent nécessaires, et il est donc dans cette mesure utile de montrer dans un manuel quelques exercices de cette sorte. » [250]

Outre l'introduction de mathématiques supérieures, le manuel de Lempe se distingue sur un autre point : l'établissement des plans n'est plus une priorité. La carte n'est que la représentation matérielle des relevés puis des calculs de positions relatives. Ce n'est plus l'objet dont le géomètre tire ses informations mais une simple illustration, nécessairement imparfaite, de celles-ci. Son importance en géométrie souterraine théorique diminue donc alors même que sa précision augmente substantiellement. Le plan reste cependant un objet

250. Lempe, 1782, p. 16 : « *Die analytischen Lehrsätze aus der Differential- und Integral-Rechnung, ingleichen das nur ganz wenige, was hier überhaupt über die krummen Linien angeführet wird, können dem Markscheider, wenn er sie auch nicht verstehen sollte, doch wenigstens so viel zeigen : daß zu seiner Kunst nicht wenig, sondern viel Theorie gehöre, und daß, um sich in jedem vorkommenden Falle selbst zu helfen, öfters die tiefsinnigsten theoretischen Untersuchungen erfordert werden, und insoferne ist es auch nützlich, etwas von Aufgaben dieser Art in einem Lehrbuche zu zeigen.* »

incontournable dans la pratique quotidienne de l'exploitation des mines, pour l'orientation des mineurs, l'administration et les questions juridiques. Le système de représentation que Lempe propose tient compte de cette réalité ; il est justement conçu pour permettre de dresser facilement les plans à partir des mesures, sans calculs supplémentaires. Les deux plans géométral et vertical sont pour lui à représenter sur le même schéma, comme en géométrie projective (voir la figure 14). Il faut commencer par tracer la ligne fondamentale, qui indique l'orientation de la ligne méridienne (*Hauptlinie* ou *Fundamentallinie*, porte la mention *Nord* à gauche sur la figure). Sa position est choisie de manière à faciliter à la fois la représentation et la compréhension des données. Pour représenter une ligne AB sur un plan géométral, connaissant ses sinus-direction et cosinus-direction, il suffit de prendre la projection a du point A, de faire passer une ligne méridienne par ce point, et de placer le point c tel que la distance ac soit égale au cosinus-direction de AB. Prenant ensuite la parallèle à la ligne méridienne passant par c, on place le point b, projection de B, tel que la distance bc soit égale au sinus-direction de AB.

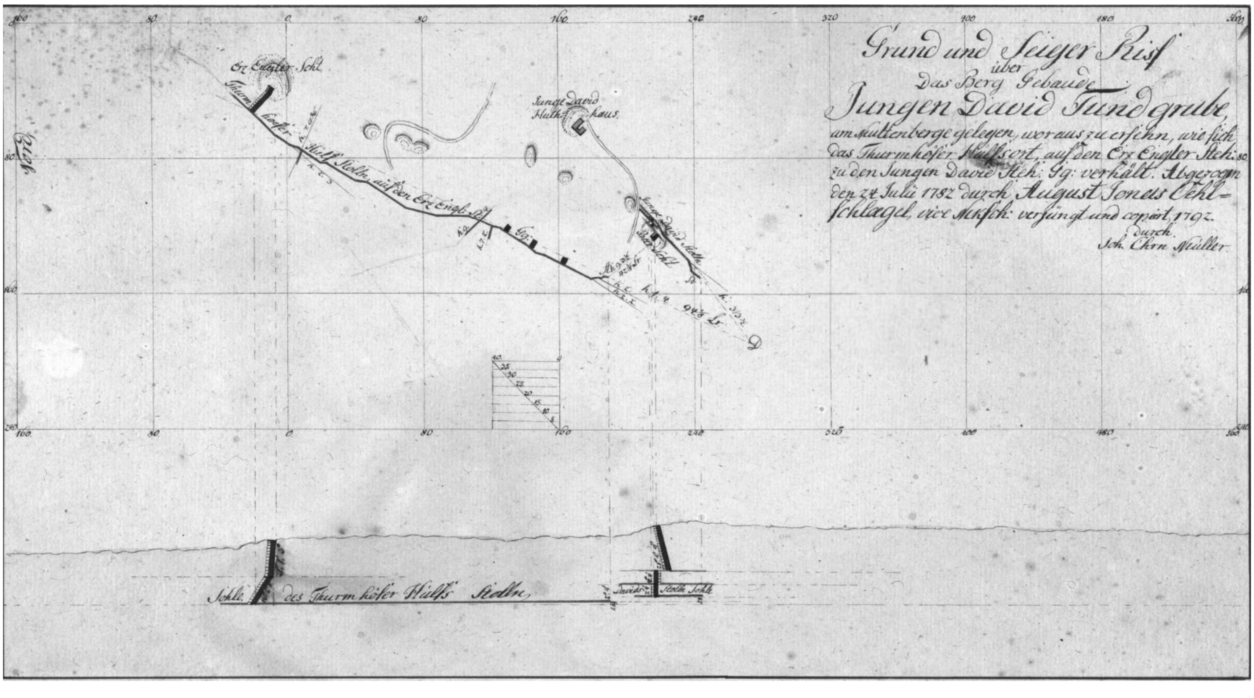


Figure 14 – Plan géométral et vertical de la mine « *Jungen David* » à Freiberg (1792), réalisé par le *Vice-Markscheider* Oehlschlägel (1753-1823) (source : Universitätsbibliothek TU Bergakademie Freiberg : Inv.-Nr. : XVIII 1040 8).

Afin de simplifier la représentation, Lempe indique une méthode qu'il tient de Scheidhauer : sur la feuille où l'on doit tracer le plan horizontal, commencer par inscrire la ligne méridienne et la graduer en *Lachter*. Représenter une ligne perpendiculaire également graduée (on obtient le quadrillage présent sur la figure 14). Il est alors possible de représenter directement les points sur ce repère gradué en utilisant comme coordonnées les sinus-direction et cosinus-direction [251]. Il reste à Lempe à expliquer comment transposer ces points dans le plan vertical. Il suffit de tracer les perpendiculaires aux points placés sur le plan horizontal et de les représenter sur le plan vertical en utilisant les données de profondeur perpendiculaire pour situer les points les uns par rapport aux autres. Comme il est parfois difficile de représenter tous les points sur le même plan vertical, il est possible de les diviser en plusieurs groupes, par exemple lorsqu'on veut représenter plusieurs filons situés à des profondeurs différentes. Cela n'est pas le cas sur la figure, mais c'est néanmoins une pratique courante lorsque l'on veut cartographier des mines plus étendues [252]. Il décrit enfin un troisième type de représentation possible, qu'il nomme plan plat (*Flachen Riß*), où le plan de référence correspond au plan selon lequel s'oriente le filon à suivre : l'avantage est alors de pouvoir représenter les installations dans le puits de mine qui explore ce filon en vraie grandeur [253].

L'ouvrage de Lempe, qu'il complète par un second volume en 1792, connaît un succès considérable. Une première raison est qu'il combine la rigueur académique, la recherche d'une mathématisation systématique de la discipline, avec un souci permanent de proposer des solutions qui présentent des améliorations concrètes et non plus seulement théoriques. Il s'agit à la fois d'un manuel d'enseignement et de la synthèse de recherches jusque-là inconnues, ce qui explique qu'il ait exercé une influence aussi durable sur la discipline. Sa réception est très positive, à l'instar du *Göttingische Gelehrte Anzeigen* qui souligne les hautes exigences de l'auteur en mathématiques : « celui qui est suffisamment préparé, et qui possède l'habileté et l'application pour l'utilisation de ces connaissances, apprend ici la géométrie souterraine non seulement de manière plus approfondie qu'elle n'est habituellement enseignée, mais aussi de manière plus correcte, plus sûre et plus confortable » [254]. En dépit de ses qualités, ce manuel écrit en 1782 n'est officiellement introduit dans les programmes d'enseignement de la *Bergakademie* que treize ans plus tard, lorsqu'un cours de géométrie souterraine théorique est mis en place.

Création d'un cours de géométrie souterraine théorique à l'Académie

En 1765, quand l'Académie des mines est créée, la géométrie souterraine est le plus souvent une pratique bien peu mathématisée. Au-delà de l'opposition entre les universitaires et les techniciens, il faut constater le manque d'institutions dispensant des enseignements dans ce domaine. À Freiberg, le système de bourses mis en place permet une transmission

251. Lempe, 1782, pp. 239-241, §397.

252. Pour un exemple, nous renvoyons à un élève de Lempe, J.J.H. Weiß, dont deux plans de mines sont présentés dans Barsch *et al.*, 2008, p. 18 et p. 27.

253. Lempe, 1782, chapitre XX, §412 et suivants. Une fois de plus, il doit cette technique de représentation à Scheidhauer.

254. GGA, num. 119, 30 septembre 1782, p. 967 : « *Wer so vorbereitet ist, und zur Anwendung dieser Kenntnisse, Geschicklichkeit und Fleiß hat, lernt die Markscheidekunst hier nicht nur gründlicher als sie oft gelehrt wird, sondern auch richtiger, und in der Ausübung sicherer und bequemer* ». Nous voyons ici que la question de la dangerosité du métier est un élément toujours pris en considération par les contemporains.

des savoirs techniques, mais il est assez peu adapté à celle des connaissances mathématiques. Si certains personnages, comme Voigtel, von Oppel ou Scheidhauer maîtrisent ces sciences, les critiques de Kästner sur l'absence de connaissances mathématiques chez les géomètres souterrains sont sans doute généralement justifiées. Lorsqu'il expose en 1746 son plan pour une académie des mines, Zimmermann juge nécessaire d'ajouter qu'il faudrait choisir « un géomètre souterrain, mais qui doit avoir aussi certaines connaissances en mathématiques » [255], ce qui montre que la possession des deux types de compétences est loin d'être la norme.

Dans les premières années de l'Académie, Charpentier ne prend pas en charge la discipline. Son cours de mathématiques pures est cependant clairement orienté vers la géométrie, en particulier « la stéréométrie, c'est-à-dire la position des plans ; les propriétés des corps géométriques, la résolution de ces corps » et la trigonométrie [256]. C'est un fonctionnaire de l'administration, géomètre souterrain de profession, Carl Friedrich Freiesleben (1780-1801), qui assure un cours dédié à la « géométrie souterraine pratique » (*praktische Markscheidekunst*). Il s'agit d'un enseignement privé, où certains étudiants saxons triés sur le volet apprennent les instruments, leur maniement, le relevé de mesures. La transmission des connaissances est tout de même bien plus efficace qu'avant la création de l'Académie, car les étudiants qui commencent à étudier le *Markscheidekunst* ont tous suivi des cours de mathématiques élémentaires. Ils disposent de plus, par l'intermédiaire de la bibliothèque, des ouvrages de Voigtel, Rößler, Beyer, von Oppel et Kästner [257]. Lempe, étudiant de 1773 à 1777, est le meilleur produit de cette formation dans laquelle des connaissances théoriques et pratiques sont enseignées, bien que de manière encore séparée et non coordonnée.

Il ne faut pas négliger une troisième matière, le dessin (*Zeichenlehre*), qui joue un rôle important dans le développement de la géométrie souterraine [258]. Tout comme la géométrie descriptive, elle a en effet pour objet la représentation en deux dimensions d'objets qui en ont trois, dans la mesure où il faut établir les plans des concessions minières. Dès la création de l'Académie, Charpentier propose un cours de dessin où sont notamment enseignées la perspective et la représentation géométrale (*Grundriss* ou *söhliger Riß*) ; il n'indique pas de manuel particulier et explique prendre chez chaque auteur le plus utile et le plus applicable (*das brauchbarste*) [259]. Ces cours de dessin sont assurés dès 1778 par J.S.B. Sieghard. Il n'a

255. Zimmermann, 1746, §13, p. 30 : « *ein Markscheider, der aber auch einige Principia in der Mathematic haben muß* ».

256. UAF - OBA 253, p. 185v : « *Stereometrie, als : die Lage der Ebenen ; die Eigenschaften der geometrischen Körper, die Berechnung dieser Körper* ». Il s'agit du dernier programme publié avant la réforme de 1795, le cours est alors assuré par Lempe.

257. Voigtel, 1686 ; Rößler, 1700 ; Beyer, 1785 [1749] ; Oppel, 1749 et plus tard Kästner, 1775, sont tous disponibles à la bibliothèque de l'Académie.

258. Une histoire de la géométrie descriptive à Freiberg a été esquissée par D. Flaxa (voir le document tapuscrit dans TUWA, Flaxa, 1986)). Elle se focalise cependant sur le lien avec la perspective et le dessin technique, et n'évoque qu'à peine la géométrie souterraine qui est pourtant à la fois un aboutissement de ces disciplines et l'une des principales raisons de leur enseignement.

259. UAF - OBA 236, p. 9r. Voir également TUWA, Flaxa, 1986, p. 7.

pas laissé de traces écrites et nous possédons peu d'informations fiables sur lui. Il semble être un ancien élève de l'Académie et avoir assuré cet enseignement jusqu'en 1828, deux ans avant sa mort [260]. Nous pensons que les concepts de base de la géométrie souterraine sont enseignés dès le début des années 1780, lorsque Lempe reprend l'enseignement des mathématiques pures. Un premier indice est bien sûr le manuel de géométrie souterraine qu'il a publié en 1782, dédié à l'administration des mines et préfacé par Charpentier, alors directeur de l'Académie. De plus, les exercices traités par ses élèves abordent des problèmes qui relèvent clairement de ce domaine, comme chez W.G.E. Becker [261] :

> « Becker, réponse aux questions :
> 1.) Si, et dans quelle mesure, l'eau qui s'écoule des galeries les plus profondes, peut être utilisée pour servir d'eau motrice pour les mines ou les machines voisines ?
> 2.) Détermination de l'intersection [*Kreuzlinie*] de deux filons par le dessin. » [262]

La géométrie souterraine est donc abordée dans les cours de mathématiques, au même titre que l'hydraulique ou la comptabilité, sans faire l'objet d'un traitement particulier. Lempe est très satisfait du travail de l'étudiant et juge que « Becker a montré qu'il était un homme qui possède un grand talent en mathématiques », alors même que « jusqu'à présent, il n'avait pratiqué les mathématiques et leur application à l'exploitation des mines que de manière secondaire » [263]. La réforme de 1795 marque, pour les enseignements de géométrie souterraine, un pas supplémentaire dans la spécialisation. Le cours de géométrie pratique était jusque-là un enseignement assez général traitant de l'exploitation des mines, de l'organisation des filons. Le contenu est directement hérité de la tradition des techniciens comme von Oppel, traite des instruments, des mesures, mais aussi de minéralogie et de géologie. À partir de la réforme, la partie pratique du cours est conçue « uniquement comme un enseignement des connaissances et savoir-faire de géométrie souterraine, et comme occasion de s'exercer sous la supervision et avec les instructions des fonctionnaires arpenteurs » [264]. Par

260. Bergakademie, 1866, p. 16. On peut cependant douter de ces informations puisque Sieghard ne se trouve pas sur la liste des étudiants de l'Académie publiée dans Reich, 1850. Il est possible que l'auteur ait été trompé par un quasi-homonyme, Joh. Aug. Siegahrdt, diplômé en 1769.

261. Inscrit sous le numéro matricule 351, il est né en Saxe et s'inscrit en 1791 - voir Reich, 1850, p. (16). Cet exercice étant tiré du registre de l'année 1793, Becker est donc au milieu de son cursus à l'Académie. Il se spécialise ensuite dans la géométrie souterraine et l'établissement de cartes, et publie notamment un article à ce sujet dans le *Magazin für die Bergbaukunde*, num. 12, 1798, pp. 40-72. Il devient ensuite conseiller supérieur des mines (*Oberbergrath*) en Pologne, après s'être porté candidat à la succession de Lempe en 1801.

262. UAF - OBA 252, p. 85r : « *Becker, Beantwortung der Fragen : 1.) Ob und in wie ferne laßen sich die Wasser* [sic]*, welche in Menge aus den tiefen Stollen abziehen, zu Aufschlagwasser für benachbarte Gruben und Mächinen benutzen ? 2.) Bestimmung der Kreutzlinie* 2^{ter} *Gänge durch Zeichnung.* »

263. UAF - OBA 252, pp. 85v-86r : « *hat sich Becker als ein Mann gezeigt, der sehr viel Talent zur Mathematik hat* », « *Vorher hatte er Mathematik und deren Anwendung auf den Bergbau ganz als Nebensache getrieben* ».

264. UAF - OBA 10, p. 173r : « *blos als ein Unterricht in den eigentlichen Markscheiden-Kenntnißen und Verrichtungen und als Gelegenheit zur Übung unter Aufsicht und mit Anweisung zu der markscheiderischen Amthierung* ».

la même occasion, le directeur de l'Académie demande l'instauration d'un cours théorique de géométrie souterraine et le traitement scientifique de la discipline :

> « L'enseignement de la géométrie souterraine suppose une connaissance vraiment approfondie des mathématiques pures et en particulier une application habile de théorèmes et d'exercices trigonométriques souvent complexes ; et nos géomètres souterrains pratiques actuels ne la possèdent pas ; ils ne peuvent par conséquent pas présenter à leurs élèves la totalité des théorèmes concernés et des preuves nécessaires, ni les rendre suffisamment compréhensibles ; je ne parle pas ici du *Vice-Markscheider* Oehlschlägel, du *Markscheider* Pilz et du *Markscheider*-boursier Wagner, car j'ai des preuves de leurs connaissances théoriques et pratiques dans cette discipline. La géométrie souterraine devrait être enseignée de manière théorique par le professeur de mathématiques, puisqu'il est celui qui possède et doit posséder les connaissances préalables appropriées pour la comprendre et l'apprécier dans toute son étendue ; et un boursier qui n'aurait pas auparavant donné de preuves suffisantes de ses connaissances approfondies en mathématiques pures ne devrait pas être autorisé à suivre cet enseignement. » [265]

La réforme consacre la nécessité d'une géométrie souterraine mathématisée, et cette matière devient une partie du cursus général de mathématiques. À partir de 1795, Lempe assure un enseignement de géométrie souterraine théorique, basé sur son *Instruction approfondie de géométrie souterraine*, à raison de trois heures hebdomadaires. Ce cours est à cette époque d'une modernité considérable puisque le manuel utilisé est également l'ouvrage de référence dans ce domaine. Le programme d'enseignement à la fin du XVIII^e siècle, tel qu'il figure dans les rapports envoyés à l'*Oberbergamt*, contient la solution de problèmes qui n'étaient pas résolus dans le manuel de von Oppel en 1749 et exposés pour la première fois par Kästner en 1775, comme de déterminer la direction et l'inclinaison de l'intersection de deux filons. Un autre exercice, la détermination analytique de la direction et de l'inclinaison d'un filon connaissant trois points, faisait en 1781 l'objet du premier article publié par Lempe dans le premier journal de Hindenburg [266]. Nous voyons que si 1782 est une date importante pour la géométrie souterraine, 1795 en est une autre pour son enseignement. À partir de ce

265. UAF - OBA 10, pp. 41r-41v : « *Der Unterricht in der Markscheidekunst setzt eine recht gründliche Kenntniß der reinen Mathematik und besonders eine recht fertige Anwendung öfters verwickelten trigonometrischen Sätze unf Aufgaben voraus ; und diese haben unsere jetzigen praktischen Markscheider nicht ; sie können daher auch ihren Lehrlingen die Markscheidekunst nicht mit der erforderlichen Vollständigkeit die einschlagenden Lehrsätze und dazu nöthigen Beweise vortragen und gehörig faßlich machen ; wenn ich auch schon den Vice-Markscheider Oehlschlägel, den Markscheider Pilz, und den Markscheider Stipendiaten Wagner alhier davon ausnehme, als von welchen ich Beweise theoretischen und praktischen Kenntniße des Markscheidens habe. Die Markscheidekunst sollte theoretisch von dem Professor der Mathematik gelehrt werden, als welcher alle hinzu gehörigen Vorkenntniße hat und haben muß, um sie nach ihrem ganzen Umfange zu können und zu beurtheilen ; und keiner der Stipendiaten sollte dazu gelassen werden, der nicht vorher hinlängliche Proben der gründlich erlernten reinen Mathematik abgelegt hatte.* » Il s'agit bien de A.J. Oehlschlägel et de F.W. Wagner déjà mentionnés dans ce chapitre.

266. Lempe donne des indications sur son cours de géométrie souterraine dans UAF - OBA 256, p. 78r. L'article mentionné s'intitule « Neue Methode, das Hauptstreichen eines Ganges zu finden », LMNMO, vol. 1, 1781, pp. 187-201.

moment les étudiants bénéficient de deux enseignements complémentaires, l'un théorique et l'autre pratique. La *Bergakademie* est une institution où les découvertes les plus récentes sont enseignées aux étudiants.

À la succession de Lempe en 1801, F.G. von Busse ne propose pas de cours de géométrie souterraine théorique, bien qu'il soit possible qu'il ait assuré des cours particuliers dans cette discipline [267]. Spécialiste de mécanique, il est le seul professeur de mathématiques de Freiberg sur la période 1765-1850 à n'avoir pas étudié à l'Académie des mines. Nous faisons l'hypothèse que l'enseignement théorique est alors pris en charge par le nouveau géomètre chargé d'enseigner la partie pratique de la discipline. Après la mort de C.F. Freiesleben en 1801, c'est August Jonas Oehlschlägel (1753-1823) qui lui succède. Or Oehlschlägel fait justement partie des géomètres souterrains que Charpentier louait en 1795 pour leur maîtrise de la partie théorique de la géométrie souterraine (voir *supra*). On peut également remarquer que, contrairement à son prédécesseur qui annonçait des cours de « géométrie souterraine pratique », les intitulés des cours proposés par Oehlschlägel stipulent uniquement « *Markscheidekunst* », sans plus de précisions. Nous avons cependant très peu d'informations sur lui et il n'a rien publié en dehors de plans de mines (voir la figure 14 *supra*) pour lesquels il applique scrupuleusement la méthode recommandée par Lempe. Ce n'est qu'avec l'arrivée en 1816 de D.F. Hecht comme second professeur de mathématique que la discipline va être de nouveau représentée à Freiberg par un mathématicien.

D.F. Hecht et la nouvelle présentation de la géométrie souterraine

Après avoir étudié à l'Académie des mines et avant d'y devenir professeur, D.F. Hecht est pendant plusieurs années géomètre souterrain dans les Monts Métallifères. Son premier ouvrage consacré à cette discipline n'est pas à proprement parler mathématique ; c'est une collection de tables de bases horizontales et de profondeurs perpendiculaires [268]. Tout comme les tables trigonométriques dans les autres domaines des mathématiques, ces tables sont très répandues en géométrie souterraine. Paru en 1814, son livre est réédité en 1819, et son succès est attesté par le nombre de références ultérieures dans la littérature. Il publie également une nouvelle méthode pour déterminer l'intersection de deux filons en 1825 [269], qui ne se base pas comme celle de Lempe sur des calculs mais uniquement sur des techniques graphiques. À la mort de Oehlschlägel en 1823, Hecht reprend le cours de géométrie souterraine théorique de l'Académie des mines, tandis qu'un nouvel ingénieur géomètre, Christian Friedrich Leschner

267. Voir par exemple le programme de 1806, UAF - OBA 265, pp. 31v-32r, et celui de 1811, UAF - OBA 270, pp. 143v-145r.

268. *Tafeln zur Berechnung der Seigerteufen und Sohlen für die Länge der schwachen Schnur* (Freiberg, Gerlach, 1814).

269. *Einfache Construction zur Bestimmung der Kreuzlinie zweyer Gänge nebst einer Anweisung* (Leipzig, Voß, 1825).

(1795-1859), est chargé des exercices pratiques. Hecht publie six ans plus tard un *Manuel de géométrie souterraine* (*Lehrbuch der Markscheidekunst*). Une de ses contributions importantes est de délimiter précisément le périmètre de la discipline et de la situer par rapport aux autres sciences mathématiques. Il considère la géométrie souterraine comme une partie de la géométrie pratique et la définit comme l'ensemble des réponses mathématiques aux problèmes qui se posent dans l'exploitation des mines. Elle ne fait donc pas partie des mathématiques élémentaires et les suppose au contraire acquises [270]. Hecht présente d'ailleurs ce manuel comme la suite de son cours de mathématiques élémentaires, réédité en 1826, et insiste sur la complémentarité des deux ouvrages.

Le contenu de la discipline proprement dite n'évolue que marginalement par rapport aux travaux de Lempe. Mais les changements sont au contraire nombreux dans la présentation et certaines méthodes utilisées, ce qui explique que les deux ouvrages semblent au premier abord si différents. La première partie du manuel est une préparation à la mesure souterraine (*Vorbereitung zum Markscheiden*). L'auteur y présente des résultats utiles pour la géométrie souterraine « empruntés » à des sciences voisines : astronomie et géographie mathématique sont cantonnées à un court chapitre (*Einige aus der Astronomie und mathematischen Geographie entlehnte Sätze*) au lieu d'être introduites ponctuellement dans le corps du manuel. Hecht abandonne également la présentation exhaustive de l'histoire de la discipline qui était jusqu'alors incontournable. Il se contente de décrire avec concision les ouvrages classiques les plus récents ainsi que les instruments utilisés. Il s'attarde plus longuement sur les unités de mesures saxonnes et le vocabulaire scientifique spécifique utilisé en géométrie souterraine [271]. Dans ce livre, on ne trouve plus la moindre trace du droit des mines, de l'architecture, ni même de la construction ou de l'amélioration des instruments. La définition précise de la géométrie souterraine est plus étroite pour Hecht que pour son prédécesseur : les trois buts de la discipline sont le relevé et la notation des données, le calcul opéré sur celles-ci et l'établissement de plans [272]. Pour accomplir ces trois tâches, et contrairement à Lempe chez qui le calcul est toujours la solution à privilégier, Hecht propose systématiquement deux méthodes :

> « J'ai cherché à résoudre chacun des exercices de deux manières, c'est-à-dire par le calcul et par la construction, de sorte qu'il est ainsi non seulement possible dans la pratique de contrôler la solution d'un exercice, mais également le cas échéant de se servir soit de l'une, soit de l'autre méthode de résolution, selon que l'on pense arriver le plus rapidement au but par l'une ou l'autre. Et c'est surtout en cela que ce manuel se distingue de ceux qui ont paru jusqu'ici. » [273]

270. Hecht, 1829, §1, remarque 2.
271. Hecht, 1829, *Vorbereitung zum Markscheiden*, pp. 5-70.
272. Hecht, 1829, p. 71, §42.
273. Hecht, 1829, avertissement, pp. iv-v : « *habe ich jede der Aufgaben auf eine doppelte Weise zu lösen gesucht, nämlich durch Rechnung und Construction, indem man dadurch nicht nur in der Ausübung die*

Hecht donne aux deux aspects de la discipline, calculatoire et constructif, le même statut épistémologique et la même valeur. Il veille à fournir un manuel pratique et utilisable, mais on trouve aussi chez lui un souci constant d'être compréhensible au-delà du cercle étroit des ingénieurs miniers. Il introduit ainsi l'usage en géométrie souterraine des termes de latitude et longitude, qui remplacent ceux de sinus-direction et de cosinus-direction. De même, il adopte un point de vue plus abstrait et assimile les couches (*Lagerstätte*) de minerai à des parallélépipèdes dont la base et la face supérieure sont des plans horizontaux, avec deux des faces parallèles restantes perpendiculaires à la base et la face supérieure. Les deux faces parallèles restantes sont nommées *suspendue* et *couchée* en raison de leur inclinaison. Hecht définit alors le *plan de couche* (*Ebene der Lagerstätte*) comme le plan parallèle aux faces suspendue et couchée qui partage la couche en deux. Toute ligne horizontale de ce plan sera nommée *ligne de direction* (*Streichungslinie*) ; il donne ainsi au terme de direction, emprunté à Lempe, un sens plus clair pour les mathématiciens qui ne sont pas géomètres souterrains. La présentation strictement géométrique des problèmes l'amène à abandonner les préoccupations géologiques que l'on trouvait encore parfois chez Lempe : il cesse de discuter, comme il était jusque-là usuel, des différents types de filons, de roches et de formations géologiques. Tous les filons, veines, crevasses sont représentés par leur plan de couche, lui-même complètement déterminé par sa direction et son inclinaison. Hecht requiert de son lecteur plus de connaissances en géométrie et géographie mathématique, mais en contrepartie évite de recourir à un vocabulaire spécifique. Il peut ainsi exprimer plus clairement le principe général de la géométrie souterraine :

> « *§21 Principe : Une ligne inclinée est complètement déterminée par sa latitude, longitude et profondeur perpendiculaire.*
>
> Corollaire I : La longueur, l'inclinaison, l'orientation et la direction d'une ligne inclinée étant données, on peut trouver la profondeur perpendiculaire, la base horizontale, la latitude et la longitude d'une ligne inclinée, et réciproquement.
>
> Corollaire II : Le géomètre souterrain trouve la grandeur, l'inclinaison, l'orientation et la direction d'une ligne inclinée par la *mesure* et *l'observation* ; la profondeur perpendiculaire, la base horizontale, la latitude et la longitude de la ligne inclinée, à partir de ses mesures et de ses observations, par le *calcul* et la *construction.* » [274]

Auflösung einer Aufgabe controliren, sondern auch in vorkommenden Fällen bald der einen, bald der andern Auflösungsmethode sich bedienen kann, je durch welche man geschwinder zum Ziele zu kommen glaubt. Und hierdurch unterscheidet sich dieses Lehrbuch vorzüglich von den bereits bisher erschienenen. »

274. Hecht, 1829, p. 34 : « §21. Grundsatz. Durch Länge, Breite und Seigerteufe einer flachen Linie ist ihre Lage vollkommen bestimmt. *Zusatz I : Sind die Größe, Neigung, Weltgegenden und das Streichen einer flachen Linie gegeben : so lassen sich die Seigerteufe, Sohle, Länge und Breite einer flachen Linie finden, und umgekehrt. Zusatz II : Die Größe, Neigung, Weltgegenden und das Streichen einer flachen Linie findet der Markscheider durch* Messung *und* Beobachtung *; die Seigerteufe, Sohle, Länge und Breite der flachen Linie aus seiner Messung und Beobachtung durch* Rechnung *oder* Construction. » C'est Hecht qui souligne. L'orientation [*Weltgegenden*] est à comprendre en référence aux points cardinaux.

En dehors de ces différences de présentation, Hecht garde des manières de procéder en tout point semblables à celles de Lempe. Le même type de tableau est utilisé pour renseigner les différentes mesures ; elles sont réalisées avec le même type d'instruments, au premier rang desquels la boussole suspendue occupe toujours une place de choix car c'est elle qui permet le plus facilement de mesurer la direction d'un plan de couche. Pour réaliser les calculs qu'il annonce dans son paragraphe 21 à partir des mesures, on utilise en pratique des tables de calcul comme celles qu'il a publiées en 1814. Il fournit les formules suivantes, qui sont elles aussi des reformulations des travaux de ses prédécesseurs [275] :

$$\text{Si l'on appelle en général} \left\{ \begin{array}{l} \text{la longueur de la mesure} = h \\ \text{l'angle d'inclinaison de la mesure} = \alpha \\ \text{l'angle de direction de la mesure} = \beta \\ \text{la profondeur perpendiculaire de la mesure} = a \\ \text{la base horizontale de la mesure} = b \\ \text{la longitude de la mesure} = L \\ \text{la latitude de la mesure} = B \end{array} \right.$$

On a alors :

$$\text{I. a} = \text{h.} \sin\alpha \qquad \text{la profondeur perpendiculaire}$$

$$\text{II. b} = \text{h.} \cos\alpha \qquad \text{la base horizontale}$$

$$\text{III. L} = \left\{ \begin{array}{c} \text{b.} \sin\beta \\ \text{h.} \cos\alpha\ .\sin\beta \end{array} \right\} \text{la longitude}$$

$$\text{IV. B} = \left\{ \begin{array}{c} \text{b.} \cos\beta \\ \text{h.} \cos\alpha\ .\cos\beta \end{array} \right\} \text{la latitude}$$

L'apport de Hecht est d'avoir proposé une présentation mathématisée plus générale que celle de Lempe, sans entrer dans les détails pratiques qui sont désormais rattachés et enseignés dans les cours de géométrie souterraine pratique, de minéralogie et de géologie. Son exposé est clair, cherche à généraliser les formules et à modéliser les problèmes ; elle est semblable à celle que l'on trouve alors dans certains manuels universitaires de géométrie pratique. La modélisation suppose que le lecteur connaît les mathématiques pures et a fréquenté une académie ou une université. Tout géomètre souterrain saxon doit donc, dans le second quart du XIXᵉ siècle, avoir reçu une éducation scientifique théorique. Il ne s'agit cependant pas d'un ouvrage de recherche, et l'on n'y trouve ni usage des mathématiques supérieures, ni réflexions sur la notion d'erreur. La clarté et la simplicité de ce manuel lui ont néanmoins valu un succès considérable. L'avis général, comme l'explique la recension de l'*Allgemeine Literatur-Zeitung*, est que « tout y est présenté clairement et nettement et [que] ce travail fait partie des meilleures parutions dans le domaine de la littérature minière. » [276]

275. Hecht, 1829, p. 86, §47.

276. ALZ, num. 159, août 1830, p. 632 : « *alles ist deutlich und klar vorgetragen und* [...] *das Werk gehört*

2.4.3 Un renouveau théorique et pratique au milieu du siècle

En 1834, Julius Weisbach est nommé professeur de mathématiques en remplacement de Hecht. Un premier projet prévoit de scinder en deux la chaire de mathématiques afin d'affecter un enseignant uniquement à la géométrie souterraine, Moritz Ferdinand Gätzschmann [277]. Le refus de l'administration, qui cherche à modérer le budget de l'Académie des mines, aboutit à la reconduction du *statu quo* selon lequel la géométrie souterraine théorique est enseignée par un professeur de mathématiques, tandis que la géométrie souterraine pratique est toujours présentée par C.F. Leschner. Les années 1830 sont marquées par la réapparition de la problématique de la mesure de l'erreur. Les progrès des théories mathématiques d'une part, et l'exigence accrue de précision dans le domaine de l'exploitation des mines de l'autre, mettent la question de l'amélioration de la précision au cœur des recherches des mathématiciens de Freiberg. Ils vont chercher des méthodes mathématiques pour améliorer le traitement des mesures recueillies : en partant d'un même jeu de données, il s'agit d'arriver à obtenir des résultats plus précis. Sur le plan technique, on voit aussi apparaître une réflexion sur les instruments du géomètre, leur utilisation optimale et leurs limites.

Déterminer la direction principale d'un filon : précision et mesure de l'erreur

L'une des tâches principales du géomètre souterrain consiste à déterminer la direction principale (*Hauptstreichen*) d'un filon. Un filon ne peut en effet être exactement modélisé par un plan - comme Hecht l'assume afin de simplifier les exercices - et son orientation est susceptible d'évoluer dans l'espace. Autrement dit, il ne suffit pas de prendre au hasard trois points pour former un plan, dont on pourrait ensuite calculer la direction et l'inclinaison, afin d'avoir entièrement déterminé un filon. L'irrégularité des couches géologiques oblige à réaliser en différents endroits plusieurs séries de mesures, ce qui pose nécessairement la question de leur interprétation et de leur utilisation. Comment faire pour arriver à donner un résultat unique, c'est-à-dire déterminer le plan qui est le plus proche de la réalité du terrain ? Ce problème est à l'origine d'une série de recherches mathématiques de 1765 à 1840 ; afin de présenter plus clairement le sujet, il convient de préciser qu'elles portent sur deux objets principaux. Il s'agit tout d'abord d'arriver à trouver une droite moyenne, ou un plan moyen, qui soit « le plus proche possible » d'une série de mesures. Cela suppose, dans le même temps, d'affiner le concept de « direction principale » d'un filon. La définition intuitive, proposée par von Oppel en 1749, est trop floue pour permettre de trouver une réponse univoque à la première question. Selon lui,

« la direction principale d'un filon est indiquée par la ligne droite et horizontale,

zu den vorzüglichern Erscheinungen im Felde der bergmännischen Literatur. »

277. M.F. Gätzschmann, qui avait enseigné la géométrie souterraine entre 1832 et 1834, se voit par la suite confier les enseignements en sciences minières, qu'il assurera jusqu'en 1872.

> qui se détache [*abgehen*] le moins possible des lignes courbes par lesquelles le filon avance, et est nommée d'après cette direction moyenne. »[278]

En 1765, J.H. Lambert publie dans un recueil de mathématiques pratiques, dont le premier tome est consacré à la géométrie, un article intitulé « Théorie de la fiabilité des observations et expériences » (*Theorie der Zuverlässigkeit der Beobachtungen und Versuche*) dans lequel il traite des erreurs inhérentes à toute activité de mesure[279]. Il y expose des approches quantitatives afin d'interpréter le mieux possible les données observées. Son article n'aborde pas du tout la géométrie souterraine, mais la méthode qu'il développe est reprise par Lempe une quinzaine d'années plus tard. Lambert se place dans le cadre d'une expérience où l'on observe la variation d'une mesure y en faisant varier un paramètre x. Il faut déterminer une loi de la nature à partir de ces relevés, le processus étant supposé linéaire. Les points observés devraient, si la mesure était parfaite, permettre de tracer une droite : « puisque ce n'est pas le cas, la ligne peut diverger plus ou moins. Elle doit par conséquent être tracée de manière à s'approcher le plus possible de sa vraie position, et passer pour ainsi dire comme au milieu des points donnés. »[280] Il donne une illustration (voir la figure 15 *infra*) pour les points d'abscisses connues A, B, C, D, E, F et dont les ordonnées mesurées sont a, b, c, d, e, f. Dans le cas le plus simple, où l'inclinaison[281] de la droite est connue et dans lequel on ne cherche que sa position exacte, il faut seulement trouver un point qui lui appartienne. S'inspirant de la statique, il suffit alors de prendre le centre de gravité des points a, b, c, d, e, f, pour trouver ce point, et la droite est alors déterminée aussi précisément que les mesures le permettent. Si l'on ne connaît rien d'autre que les abscisses et les ordonnées, Lambert propose d'utiliser une seconde méthode. Deux points sont alors nécessaires pour déterminer la droite et il faut, pour les obtenir, partager les mesures réalisées en deux groupes afin de calculer deux centres de gravité[282]. Il ajoute quelques conseils généraux, comme de prendre deux groupes de taille égale et, si certaines mesures sont trop éloignées des autres, de les ignorer.

Le premier travail de géométrie souterraine de Lempe, publié dans le premier journal de Hindenburg en 1781, reprend ce procédé pour en tirer plus spécifiquement une « Nouvelle méthode pour trouver la direction principale d'un filon » (*Neue Methode, das Hauptstreichen*

278. Oppel, 1749, §564, p. 245 : « *Das Hauptstreichen eines Ganges wird daher in einen geraden und söhligen Linien angegeben, die von der krummen Linien, in welcher der Gang fortsetzt, am wenigstens abgehet, und nach einer solchen mittlern Richtung benennet.* »

279. Lambert, 1765, pp. 424-488.

280. Lambert, 1765, §9, p. 430 : « *Da aber dies nicht ist, so weicht die Linie mehr oder minder davon ab. Sie muß demnach so gezogen werden, daß sie ihrer wahren Lage am nächsten komme, und zwischen dem gegebenen Puncten gleichsam wie Mitten durchgehe.* »

281. Lambert emploie ce terme avec le sens de « coefficient directeur » ; il n'y a aucun rapport avec l'inclinaison en géométrie souterraine.

282. Lambert, 1765, §19 à 24.

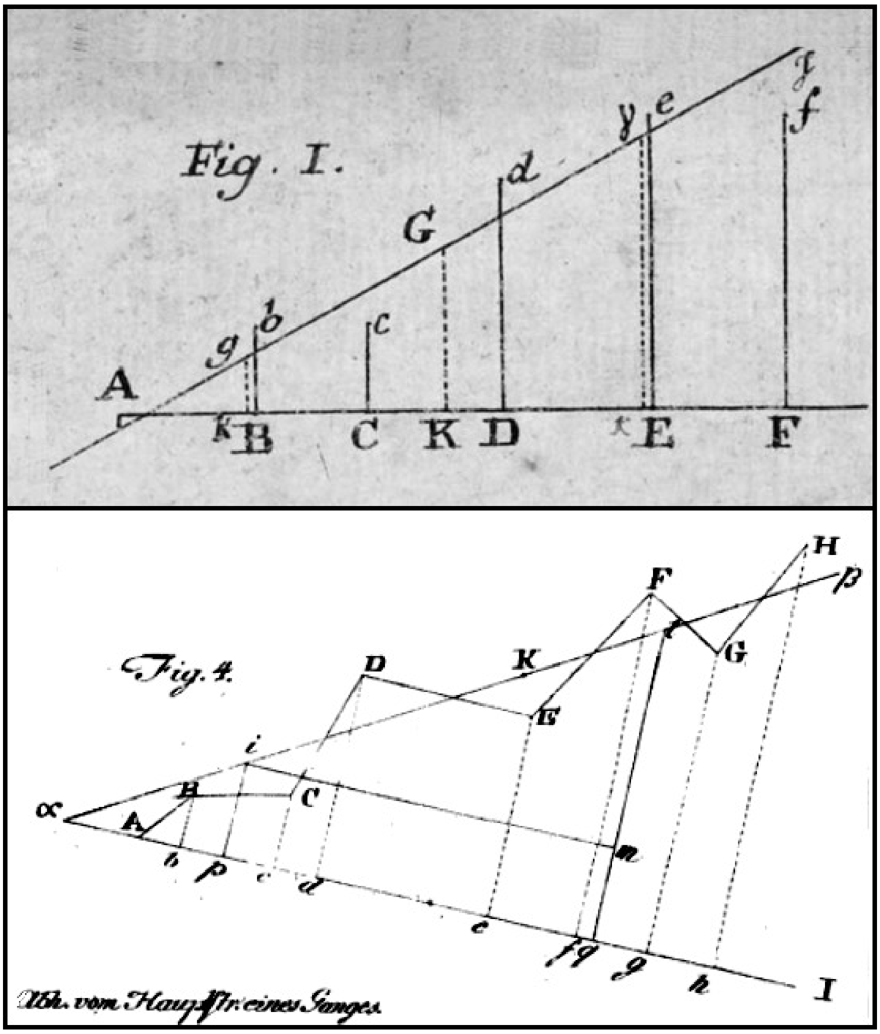


Figure 15 –
Haut : Théorie de la fiabilité des observations et expériences (Lambert, 1765).
Bas : Nouvelle méthode pour trouver la direction principale d'un filon (Lempe, 1781b).

eines Ganges zu finden) [283]. L'origine de sa recherche est une insatisfaction avec le traitement géométrique de cette question par les géomètres souterrains contemporains. Un filon est souvent assimilé à deux plans parallèles, mais pour lui cette représentation géométrique, trop simple, ne correspond pas à la réalité. La direction d'une galerie étendue prend, par le jeu des forces géologiques, plus souvent la forme d'une ligne polygonale que d'une ligne droite. Il faut alors mesurer les variations de direction pour savoir s'il est justifié de modéliser le filon par un seul plan, ou bien s'il est nécessaire de le diviser en plusieurs sections de plans :

« Puisqu'un filon peut avoir plusieurs positions : que l'on se représente son plan

283. Lempe, 1781b. Lempe ne fait pas directement référence à Lambert ; il est donc difficile de prouver qu'il connaissait le travail de celui-ci, bien que ce soit probable. C'est Weisbach qui renvoie à cette publication de Lambert. Il se trompe néanmoins d'article en indiquant comme titre « Die Mittellinie zwischen mehreren observirten Punkten zu finden », ce qui correspond à la partie XVI de l'ouvrage de Lambert, « Das Mittel zwischen den Fehlern » (pp. 296-313), qui traite d'un problème différent.

> comme une réunion de plans qui, selon leur ordre, ont les différentes positions du filon ; que l'on se représente en outre un plan, figuré entre ces plans de sorte que sa position s'éloigne aussi peu que possible des positions particulières du filon, et aille donc pour ainsi dire au milieu des plans précédemment nommés. L'inclinaison de ce plan sera l'inclinaison principale du filon » [284].

La définition qu'il donne est plus précise qu'il n'y paraît, surtout comparée à celle de von Oppel, car la « position » d'un plan a pour Lempe un sens précis. Il s'agit des deux coordonnées que forment la direction et l'inclinaison, et il peut donc traiter ce problème par un calcul sur des coordonnées de points. Pour simplifier la résolution, il se place dans un plan ; pour ne pas perdre en généralité, il suppose seulement que l'on a déjà projeté tous les points sur un plan horizontal. Il obtient ainsi la figure 15, présentée en-dessous de celle de Lambert. Le but de l'exercice est de déterminer la direction principale, donnée par la droite $\alpha\beta$, du filon qui suit le chemin ABCDEFGH. Puisque l'on est dans un plan horizontal, et puisque AI représente la ligne méridienne issue de A, l'angle $\beta\alpha$I représente en effet la direction. Pour donner un sens précis au « milieu » qu'il se propose de déterminer, Lempe cherche à obtenir une égalité de distance entre les points situés au-dessus de la droite et ceux situés en-dessous.

L'exercice est une modélisation où il faut trouver une ligne droite qui soit une bonne approximation d'une ligne polygonale : Lempe adopte alors la seconde méthode de Lambert. Il reprend l'idée d'une division en deux groupes et indique comment relier les deux centres de gravité ainsi obtenus. Sur la figure 15, le point i est le centre de gravité du groupe {A, B, C, D} tandis que l est celui du groupe {E, F, G, H}. Il établit son affirmation en montrant que, dans le cas de l'exemple, le calcul de la direction de ABCDEFGH point par point donne le même résultat que la méthode de division en deux groupes. Pour le calcul point par point, il utilise essentiellement les propriétés de transitivité des formules de calcul de direction qu'il a montrées dans son *Instruction approfondie de géométrie souterraine* [285]. Il propose ensuite une preuve générale similaire, étudiant séparément le cas où l'on travaille avec un nombre pair de points, et le cas où l'on travaille avec un nombre impair, auquel cas il indique des corrections à effectuer. Il accorde une plus grande importance que Lambert au choix des points et refuse par exemple d'exclure ceux qui sont trop éloignés. Lempe se place en fait dans une autre démarche : il ne s'agit pas de déterminer une fonction linéaire simple, reflet d'une loi de la nature dont on connaît l'existence, mais de trouver la meilleure approximation d'une réalité plus complexe. Les points éloignés ne sont donc pas des anomalies mais des

284. Lempe, 1781b, p. 189 : « *Da ein Gang verschiedene Lagen haben kann : so stelle man sich seine Ebene zusammengesetzt vor, aus Ebenen, die, nach der Ordnung, des Ganges Speciallagen haben ; ferner denke man sich zwischen diesen Ebenen eine Ebene dergestalt, daß ihre Lage so wenig als möglich von den Speciallagen des Ganges abweiche, also gleichsam mitten zwischen vorhin genannten Ebenen durchgehe. So diese Ebene Streichen, des Ganges Hauptstreichen* ».

285. La preuve détaillée se trouve dans Lempe, 1781b, pp. 194-196.

observations faites dans les mines dont on ne peut certainement pas dire qu'elles sont moins importantes que les autres. C'est également pour cette raison qu'il ne peut utiliser la première méthode de Lambert. Un coefficient directeur ne peut pas préexister au calcul puisqu'on n'a pas affaire à une loi immuable mais à la détermination d'une direction principale qui est un objet idéal.

Cette méthode est vivement critiquée au début des années 1830 par un professeur de la *Bergakademie*, dans un article intitulé « Sur la méthode de Lempe de détermination de la direction principale » (*Über Lempe's Methode zur Bestimmung des Hauptstreichen*) paru dans les *Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde*. L'auteur de cet article est Carl Friedrich Naumann, professeur de cristallographie et géognosie à l'Académie des mines, dont le frère Constantin August enseigne les mathématiques. Cette contribution montre que la géométrie souterraine intéresse au-delà du cercle des géomètres et des arpenteurs, et témoigne de la capacité des professeurs de l'Académie à contribuer à des débats mathématiques sans forcément être mathématiciens [286]. Naumann assure en 1832 que cette « solution du problème, si simple par sa forme, a rencontré peu d'écho et est presque entièrement tombée dans l'oubli » [287] ; on peut donc penser qu'elle n'était pas véritablement utilisée dans les mines. Dans le même article, l'auteur n'hésite pas à affirmer que cette méthode « ne semble être ni vraiment claire, ni suffisamment précise pour pouvoir revendiquer une validité générale. » [288] Naumann conteste tout d'abord l'assimilation d'un filon à une suite de points qui représentent les extrémités des segments de droite qui le composent. Cette représentation ignore la longueur inégale des portions et leur attribue le même poids dans le calcul de la direction. Sa seconde critique concerne l'action de division des points en deux groupes. Elle repose sur un argument très simple : il est possible, à l'intérieur d'un des deux groupes, de faire pivoter les points autour du centre de gravité sans faire varier celui-ci, alors même que l'on fait varier le centre de gravité de l'ensemble des points. Ainsi des situations différentes, pour lesquelles la direction des filons ne peut manifestement être identique, seraient modélisées de la même façon. De même, comment choisir dans le cas d'un nombre impair de points lequel des deux groupes doit en obtenir le plus grand nombre, sachant que ce choix arbitraire conditionne le résultat obtenu ?

286. Naumann, 1832. L'article est seulement signé de « *Herr Naumann in Freiberg* », mais dans un article publié ultérieurement en 1870 (*Bestimmung der Mittellage einer Ebene aus mehr als drei gegebenen Punkten und ihre Anwendung bei Ermittlung des Hauptstreichens und Hauptfallens von Lagerstätten des Mineralreiches*, dans CI, vol. 16, pp. 397-422), Weisbach précise que l'auteur était bien le conseiller des mines (*Bergrath*) Naumann. Or seul Carl Friedrich a occupé cette position. Nous savons par ailleurs qu'il était un mathématicien compétent, qui a assuré des cours de mathématiques à l'université de Leipzig (voir chapitre 1, p. 123).

287. Naumann, 1832, p. 212 : « *ihrer Form nach so einfache Auflösung des Problemes wenig Aufnahme gefunden hat, und fast ganz in Vergessenheit gerathen ist* ».

288. Naumann, 1832, p. 210 : « *weder ganz einleuchtend, noch hinreichend bestimmt zu sein scheint, um auf Allgemeingültigkeit Anspruch machen zu können.* »

Tout en conservant l'esprit de la méthode, c'est-à-dire l'utilisation d'une pondération par le moyen de centres de gravité, Naumann choisit de modifier la manière de calculer. En faisant cela, il donne une nouvelle définition de ce qu'est la « direction principale » d'un filon. Il propose de calculer le centre de gravité, non pas directement pour deux ensembles de points, mais tout d'abord pour chaque segment de droite. En pratique, si l'on reprend l'exemple de la figure 15 - partie du bas -, il s'agit de calculer les centres de gravité, c'est-à-dire les milieux, des segments AB, BC, CD, DE, EF, FG et GH. On peut ensuite calculer de manière plus précise les deux centres de gravité intermédiaires (celui de ABCD et celui de EFGH) en affectant à chaque milieu un coefficient en fonction de la longueur du segment qu'il représente. Cela lui permet de contourner la première critique avancée contre Lempe, puisque le système des coefficients permet de prendre en compte la longueur des segments. Cette méthode fournit également une solution très simple au second problème : pour éviter le cas d'un nombre impair de points, il suffit en effet de diviser le segment central en deux parties. Puisque chaque segment, représenté par son milieu, est pondéré en fonction de sa taille, cette opération est neutre vis-à-vis du résultat final. Naumann va plus loin et propose de modifier le choix des deux groupes de points : « il semble cependant encore bien plus souhaitable de partager la ligne brisée non pas selon le nombre de ses parties, mais selon leur véritable étendue, en deux moitiés égales, et de déterminer leur centre de gravité. » [289] Il est ainsi possible d'avoir un nombre inégal de points dans les deux groupes, mais l'équilibre général est finalement mieux respecté puisque l'on a exactement la même longueur totale de segment des deux côtés. Il arrive donc à la définition suivante pour la direction d'un filon :

> « La direction principale d'une ligne horizontale brisée est la droite qui relie les centres de gravité de ses deux moitiés. » [290]

Naumann donne en exemple une série de $n + 1$ points, formant une ligne brisée constituée de n portions. Les coordonnées de ces points P', P",... sont $(x^i; y^i)$, leur longueur S', S",... et leur longitude et latitude $(b^i; l^i)$. Les coordonnées du point central de chaque segment sont donc, pour S', X' = $\frac{1}{2}$ (x' + x"), Y' = $\frac{1}{2}$ (y' + y"), pour S", X" = $\frac{1}{2}$ (x" + x"'), Y" = $\frac{1}{2}$ (y" + y"') etc. Si la longueur de la ligne est de : $S' + S'' + ... = \sum(S^i) = 2L$ (L est donc la demi-longueur) alors les coordonnées de la première moitié seront, si l'on nomme r l'indice du point médiant :

$$p = \frac{S'X' + ...S_i^r X_i^r}{L},\ q = \frac{S'Y' + ...S_i^r Y_i^r}{L}$$

289. Naumann, 1832, p. 213 : « *noch weit vorzüglicher scheint es jedoch, die gebrochene Linie nicht nach der Zahl ihrer Glieder, sondern nach ihrer wirklichen Erlängung in zwei gleiche Hälften zu theilen, und deren Schwerpunkte zu bestimmen.* »

290. Naumann, 1832, p. 213 : « *Die Hauptstreichungslinie einer gebrochenen söhligen Linie ist die Verbindungslinie der Schwerpunkte ihrer beiden Hälften.* »

et celles de la seconde moitié seront :

$$\text{P} = \frac{S^r_{ii}X^r_{ii}+...S^nX^n}{L},\ \text{Q} = \frac{S^r_{ii}Y^r_{ii}+...S^nY^n}{L}$$

L'angle ϕ d'inclinaison avec l'axe x, qui désigne ici la direction principale, sera alors :

$$\tan\phi = \frac{Q-q}{P-p}$$

Naumann va ensuite appliquer cette méthode à la série de données suivante. Il pourra ainsi comparer l'efficacité de celle-ci avec la méthode originelle de Lempe :

x' = 0	y' = 2	donc S' = $\sqrt{17} = 4,213$
x" = 4	y" = 1	donc S" = $\sqrt{20} = 4,472$
x"' = 6	y"' = 5	donc S"' = $\sqrt{13} = 3,6055$
x^{iv} = 9	y^{iv} = 7	donc S^{iv} = $\sqrt{4} = 2,000$
x^{v} = 9	y^{v} = 9	donc S^{v} = $\sqrt{18} = 4,243$
x^{vi} = 12	y^{vi} = 12	donc S^{vi} = $\sqrt{17} = 4,123$
x^{vii} = 13	y^{vii} = 16	donc S^{vii} = $\sqrt{10} = 3,162$
x^{viii} = 16	y^{viii} = 17	donc S^{viii} = $\sqrt{41} = 6,403$
x^{ix} = 21	y^{ix} = 21	

Il obtient ainsi $\sum(S') = 2L = 32,1315$ et $L = 16,0657$. Reporté sur la colonne des distances, on constate alors que le milieu appartient à la cinquième portion de ligne, qui doit être divisée en deux portions : $S^v_i = 1,8652$ et $S^v_{ii} = 2,3778$. Les coordonnées du point central sont $x^\sigma = y^\sigma = 10,319$. Naumann construit alors un tableau avec l'ensemble des milieux des segments de droites, ainsi que le produit avec la longueur de chaque segment :

X' = 2	Y' = 1,5	S'X' = 8,246	S'Y' = 6,184
X" = 5	Y" = 3	etc. = 22,360	etc. = 13,416
X"' = 7,5	Y"' = 6	etc. = 27,041	etc. = 21,633
X^{iv} = 9	Y^{iv} = 8	etc. = 18,000	etc. = 16,000
X$^{v}_{i}$ = $9,6595$	Y$^{v}_{i}$ = $9,6595$	etc. = 18,016	etc. = 18,016
X$^{v}_{ii}$ = $11,1595$	Y$^{v}_{ii}$ = $11,1595$	etc. = 26,534	etc. = 26,534
X^{vi} = $12,5$	Y^{vi} = 14	etc. = 51,537	etc. = 57,722
X^{vii} = $14,5$	Y^{vii} = $16,5$	etc. = 45,849	etc. = 52,173
X^{viii} = $18,5$	Y^{viii} = 19	etc. = 118,455	etc. = 121,657

Il peut alors en déduire les coordonnées (p ; q) et (P ; Q) des deux centres, et finalement la direction principale :

$$\text{S' X'} + \ldots \text{S}_i^v \; X_i^v = 93,663,$$
$$\text{S' Y'} + \ldots \text{S}_i^v \; Y_i^v = 75,249,$$
$$\text{S}_{ii}^v \; X_{ii}^v + \ldots S^{viii} \; X^{viii} = 242,375,$$
$$\text{S}_{ii}^v \; Y_{ii}^v + \ldots S^{viii} \; Y^{viii} = 258,082,$$

$$\text{p} = 5,830$$
$$\text{q} = 4,684$$
$$\text{P} = 15,086$$
$$\text{Q} = 16,064$$

cette
$$\tan\phi = \frac{Q-q}{P-p} = \frac{182,833}{148,712}$$
$$\phi = 50°52'$$

Naumann remarque que la méthode de Lempe est non seulement moins précise, mais qu'elle donne en outre des résultats différents suivant le choix que l'on fait des groupes de points (49°46' ou 49°58'). En dépit de ces améliorations, il présente sa nouvelle définition uniquement comme un instrument de travail provisoire. Il reconnaît qu'elle est encore perfectible puisque le concept de direction principale devrait non seulement minimiser la distance entre les différents points de la ligne brisée et la ligne de direction, mais également faire en sorte que la somme des distances des points d'un côté de la ligne brisée soit égale à la somme des distances des autres points. Naumann explique avoir été contraint d'abandonner ce critère car l'équation de condition obtenue se révélait trop difficile à résoudre.

En 1840, Weisbach propose une nouvelle méthode pour déterminer la direction principale d'un filon, elle aussi accompagnée d'une nouvelle définition de ce terme. Il publie dans les *Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde* un article sobrement intitulé « Détermination de la direction principale et de l'inclinaison principale de couches » [291]. Le but principal de cette contribution est d'appliquer l'une des inventions mathématiques marquantes du début du siècle au problème de la détermination de la position principale, la méthode des moindres carrés. Cependant, il en propose dans cet article une version modifiée : « la méthode de détermination de la position principale d'un filon ou d'autres plans, que je communique ici au public minier [*bergmännischen Publikum*], donne certes exactement le même résultat que l'on obtient par la méthode des moindres carrés ; toutefois, pour assurer une plus grande diffusion à cet exercice important, j'ai préféré le résoudre d'une manière qui ne fasse pas appel au calcul supérieur. » [292] De fait, en dehors d'une présentation qui fait

291. Weisbach, 1840.

292. Weisbach, 1840, p. 160 : « *Die Methode zur Bestimmung der Hauptlage von Gang oder andern Ebene, welche ich hier dem bergmännischen Publikum mittheile, giebt zwar vollkommen dasselbe Resultat, welches man durch die Methode der kleinsten Quadrate gewinnt ; um indessen dieser wichtigen Aufgabe mehr Publicität zu verschaffen, habe ich es vorgezogen sie auf eine Weise zu lösen, die den höhern Calcül gar nicht in Anspruch nimmt.* » Selon lui, la paternité de la méthode des moindres carrés revient bien sûr à l'Allemand Gauß, qui l'aurait « découverte » en 1795, même s'il prend soin de préciser que la première publication sur

une plus grande place à la trigonométrie, il propose effectivement une méthode proche de celle des moindres carrés. Il se place dans un repère orthogonal dont l'origine est le point A et cherche à déterminer la ligne moyenne AU (ou plus précisément la tangente de l'angle XAU, nommé ϕ comme chez Naumann) qui passe par A et soit le moins éloignée possible des autres points B, C, D, etc, de coordonnées $(a_1; b_1)$, $(a_2; b_2)$, $(a_3; b_3)$, etc. Il aboutit ainsi à la formule suivante : $\tan 2\phi = \frac{2\sum ab}{\sum a^2 - \sum b^2}$. Pour montrer la supériorité de sa méthode sur celles de ses prédécesseurs, il reprend les données utilisées par Naumann et recalcule l'angle ϕ de la direction principale [293] :

a_1 = -10	b_1 = -8	$a_1 = 100$	$b_1 = 64$	$a_1b_1 = 80$
$a_2 = -6$	$b_2 = -9$	$a_1 = 36$	$b_1 = 81$	$a_1b_1 = 54$
$a_3 = -4$	$b_3 = -5$	$a_1 = 16$	$b_1 = 25$	$a_1b_1 = 29$
$a_4 = -1$	$b_4 = -3$	$a_1 = 1$	$b_1 = 9$	$a_1b_1 = 3$
$a_5 = -1$	$b_5 = -1$	$a_1 = 1$	$b_1 = 1$	$a_1b_1 = 1$
$a_6 = 2$	$b_6 = 2$	$a_1 = 4$	$b_1 = 4$	$a_1b_1 = 4$
$a_7 = 3$	$b_7 = 6$	$a_1 = 36$	$b_1 = 36$	$a_1b_1 = 18$
$a_8 = 6$	$b_8 = 7$	$a_1 = 49$	$b_1 = 49$	$a_1b_1 = 42$
$a_9 = 11$	$b_9 = 11$	$a_1 = 121$	$b_1 = 121$	$a_1b_1 = 121$
$\sum a = 0$	$\sum b = 0$	$\sum a^2 = 324$	$\sum b^2 = 390$	$\sum ab = 343$

$$\tan 2\phi = \frac{2\sum ab}{\sum a^2 - \sum b^2} = \frac{2.343}{324-390} = \frac{686}{66} = 10,3938$$

$$2\ \phi \ = 95\ °30'$$
$$\phi \ = 47\ °45'$$

Weisbach réalise uniquement un changement de coordonnées de (-10 ;-10), qui correspond à l'entier le plus proche du point fixe par rapport auquel la somme des abscisses et des ordonnées de chaque côté doit être nulle. Il reprend donc de fait la condition suggérée par Naumann, que ce dernier n'avait su inclure. Il peut alors donner une nouvelle définition, directement déduite de sa méthode, de la direction principale. Chez Weisbach, le terme de ligne de direction courbe (*krummen Streichungslinie*) désigne la ligne polygonale, tandis que les lignes de direction spéciales (*Specialstreichungslinien*) sont les portions de filons considérées comme autant de droites indépendantes. La droite de direction principale est définie comme suit :

> « Il s'agit de la droite qui passe, entre des points donnés de la ligne de direction courbe, ou entre des droites de directions spéciales, de sorte que :

ce sujet est l'œuvre d'Adrien-Marie Legendre (1752-1833) qui publie en 1806 ses *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes.*

293. Weisbach, 1840, p. 165.

> 1) non seulement la somme algébrique des distances des points donnés à cette droite, mais également
> 2) la somme des produits de ces distances et des éloignements d'un point quelconque dans l'entourage de ceux-ci soient nulles. »[294]

Il conclut son article en généralisant cette méthode pour le cas où l'on travaille non plus dans le plan, mais dans l'espace. Les mathématiciens de Freiberg ont donc, pendant plusieurs décennies, perfectionné le calcul de la direction principale d'un filon, tout en élaborant une définition de plus en plus précise de ce concept. Comme souvent en histoire des mathématiques, les réflexions sur un objet tout d'abord indistinct amènent une modification profonde de celui-ci et permettent de mettre au point une définition précise et mathématisée. Un compromis est atteint lorsqu'une définition soigneuse du problème, ainsi qu'une solution suffisamment générale, font consensus parmi les géomètres souterrains : « tout comme les idées et les concepts théoriques supplantent les idées et les concepts naïfs, le langage théorique supplante le langage naïf. »[295]

La *Nouvelle géométrie souterraine* de J. Weisbach, aboutissement d'un programme de recherches

À la fin de son article de 1840, Weisbach annonce la publication d'un ouvrage dans lequel il compte traiter la géométrie souterraine d'après les principes de la géométrie descriptive et analytique. Ce travail aboutit en 1851 lorsque paraît la *Nouvelle géométrie souterraine*. Cet ouvrage se veut résolument concret dans sa conception, comme en témoigne le titre complet, *La nouvelle géométrie souterraine et son application à l'installation de la mine Rothschönberger à Freiberg en Saxe*[296]. La dédicace est elle aussi intéressante et témoigne de l'esprit de corporation qui s'est créé à l'Académie des mines de Freiberg. Au lieu de remercier un prince, le gouvernement ou un mentor, comme il est jusque-là usuel, Weisbach dédie le livre à « ses anciens élèves et aux mineurs qui nous succéderont ». S'il annonce une nouvelle géométrie souterraine, celle-ci ne se distingue pas tant du point de vue théorique que du point de vue pratique et instrumental[297]. Weisbach obtient avec cet ouvrage la généralisation du

294. Weisbach, 1840, p. 165 : « *Sie ist nämlich diejenige Gerade, welche zwischen gegebene Punkte in der krummen Streichungslinie, oder zwischen gegebene Specialstreichungslinien so hindurch geht, dass 1) die algebraische Summe der Abstände der gegebenen Punkte von dieser Linie nicht nur, sondern auch 2) die Summe der Produkte aus diesen Abständen und aus den Entfernungen irgend eines Punktes in der Gesuchten von denselben gleich null sei.* » Weisbach emploie le terme de *Linie* pour désigner indifféremment une droite ou une ligne, tandis que le terme de *Gerade* ne désigne que les droites.

295. Lakatos, 1964, p. 322 (notre traduction). Notons que dans le cas de la géométrie souterraine, le processus n'est pas basé sur une remise en cause des preuves par des contre-exemples mais sur un dialogue entre une définition (et les méthodes de calcul qui en découlent) et les séries de données à traiter.

296. Une seconde partie sera publiée huit ans plus tard (voir Weisbach, 1859).

297. Cela ne signifie pas que J. Weisbach n'étudie pas la question de l'erreur d'un point de vue théorique. Il poursuit notamment les travaux de Lempe sur l'influence des erreurs de mesure dans les calculs dans un article de 1837 intitulé « Beurtheilung der Fehler beim Markscheiden mittelst der gewöhnlichen Instrumente » (Weisbach, 1837). Il y introduit la notion de parallélépipède d'erreur, « au milieu duquel le point déterminé se

niveau à bulle (*Luftblasenniveau*) et du théodolite, qui remplacent la boussole suspendue, le cercle gradué et la balance à eau. Plus exactement, il cantonne ces instruments qu'il juge obsolètes aux travaux préliminaires, ou à ceux qui portent sur des concessions de petite taille. Ce livre lui permet de montrer l'avantage de sa méthode pour les grandes distances ; c'est pour cette raison qu'il appuie tout son raisonnement sur les séries de mesures qu'il a entamées dès 1844 dans la mine de Rothschönberg, où il mesure plus de 14 000 mètres de galeries.

Le théodolite, outil principal de la nouvelle géométrie souterraine, n'a pas à proprement parler été inventé par Weisbach. Un demi-siècle plus tôt, le mécanicien saxon Johann Gotthelf Studer (1763-1832), ancien étudiant et *Bergmechanicus* de l'Académie des mines, avait déjà assemblé un instrument proche du théodolite, qui servait à la fois à mesurer les angles, à déterminer l'horizontale, et contenait une boussole minéralogique pour éviter les perturbations magnétiques. Cet outil, dont il exposait les principes dans un ouvrage publié en 1801 [298], reçut cependant en Allemagne un accueil mitigé. L'outil semblait trop complexe par rapport aux besoins en précision de son époque [299]. Lorsque Weisbach publie son ouvrage en 1851, l'instrument ne s'est toujours pas imposé dans la pratique courante, alors même qu'il permet, selon lui, des mesures trente fois plus précises que la boussole suspendue et le cercle gradué. Une fois de plus, l'Académie de Freiberg s'illustre en Allemagne non seulement par une invention (celle de J.G. Studer) mais surtout par l'innovation de Weisbach, c'est-à-dire par l'application systématique et volontaire d'une technique déjà existante. La première partie de son manuel, destinée à convaincre les géomètres souterrains de l'utilité de l'instrument, est en fait consacrée à l'arpentage, la triangulation et le nivellement au jour : l'auteur y détaille le choix des triangles, la mesure des angles à l'aide du théodolite et la détermination de la ligne méridienne. En somme, il établit dans un cas élémentaire l'avantage de sa nouvelle méthode, avant de passer sous terre : la seconde partie traite des mesures souterraines et de leurs spécificités. La triangulation ne peut être réalisée sous terre puisque par définition on ne peut dans une galerie mesurer que dans une direction (voir figure 16). Il faut donc se contenter d'une mesure de périphérie (*Umfangsmessung*) où l'on ne recueille que les angles formés par

---

trouve, mais dans lequel se trouvent aussi d'innombrables points qui peuvent donner la véritable position du point, et en dehors duquel le véritable point ne peut certainement pas se trouver. » (p. 26, notre traduction).

298. *Beschreibung eines vollständigen Apparats zu ökonomischen Vermessung, in Hinsicht auf dessen Bearbeitung, Prüfung und Gebrauch* (Leipzig, Göschen, 1801).

299. Ainsi par exemple la recension publiée dans l'ALZ, num. 79, mars 1804, pp. 630-631, tout en reconnaissant au travail de l'auteur de nombreuses qualités, juge l'instrument « trop composé ». En France le succès de l'instrument semble avoir été meilleur, puisqu'un « Mémoire sur un graphomètre souterrain, destiné à remplacer la boussole dans les mines » est jugé favorablement l'Académie des sciences de Paris, qui souhaite son introduction dans les mines françaises. Ce mémoire, qui présente un objet proche du théodolite, est écrit par J.C. de Komarzevski, ancien étudiant de Lempe et J.G. Studer à Freiberg. De même, l'ingénieur français Charles-Pierre-Mathieu Combes (1801-1872), futur directeur de l'École des mines de Paris, publie en 1836 une description d'un « théodolite souterrain » dans un article intitulé « Mémoire sur les levés de plans souterrains, et description d'un nouvel instrument, propre à remplacer la boussole et le demi-cercle suspendu » (Combes, 1836, pp. 102-116).

les segments consécutifs avant de les relier et d'en déduire par le calcul la forme générale de la mine. Cela nécessite bien sûr un grand soin et de fréquentes vérifications puisque l'on ne peut vérifier une mesure depuis un autre point de vue comme cela est possible à la surface. L'amélioration de la sécurité, de l'éclairage et de la largeur des galeries de mines permet à sa méthode de surpasser l'utilisation traditionnelle de la boussole suspendue.

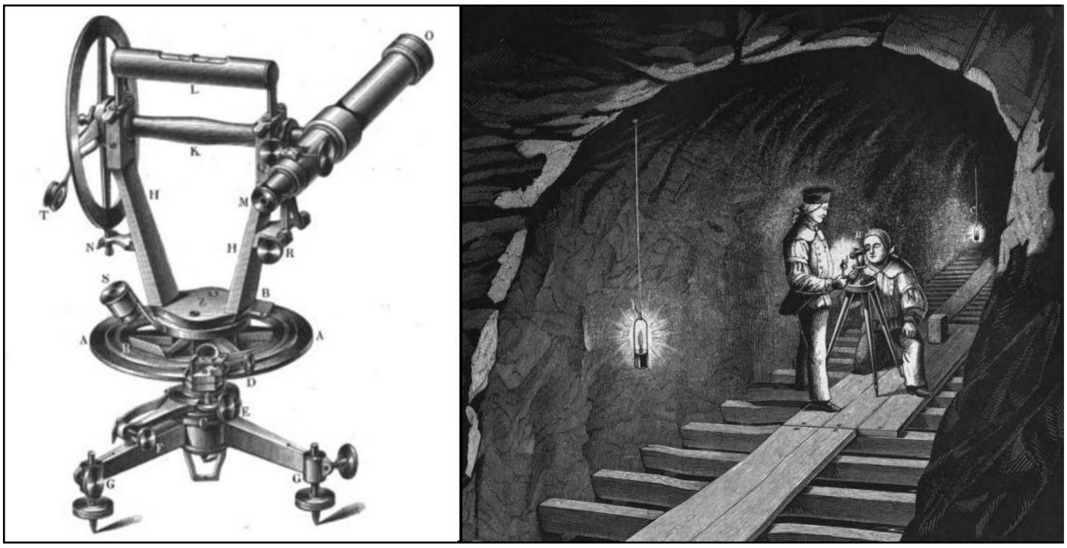


Figure 16 – Gauche : Théodolite minier. Droite : Mesure d'angle à l'aide d'un théodolite et de lampes (Weisbach, 1859, p. 16 et p. 26).

De fait, la *Nouvelle géométrie souterraine* de Weisbach se présente déjà plus comme un ouvrage technique que comme un livre de mathématiques pratiques : les limitations et les difficultés qu'il souligne ne sont plus théoriques. En termes de mesure de l'erreur, d'utilisation de la trigonométrie et de l'analyse, la première moitié du siècle a déjà apporté l'ensemble des solutions théoriques qu'il est matériellement possible de mettre en place. Le perfectionnement des mesures passe désormais par l'amélioration des instruments, auxquels Weisbach consacre l'essentiel de son exposé. Il détaille ses inventions concernant les fils à plomb, les lampes servant de repères pour les mesures souterraines et surtout l'usage des différents théodolites dans les mesures minières. Si la géométrie souterraine disparaît au milieu du XIXe siècle du champ de la recherche mathématique, c'est donc la conséquence - à première vue paradoxale - du succès des recherches menées par les mathématiciens de Freiberg. Elle est à présent entièrement mathématisée, comme en témoigne la décision, en 1859, de confier le cours de géométrie souterraine pratique de l'Académie des mines au professeur de mathématiques supérieures Karl August Junge (1821-1869) [300]. Le profil de Junge témoigne de l'approche des mathématiques à la *Bergakademie*. C'est un professeur de mathématiques supérieures qui est chargé à la fois de l'enseignement théorique et de

300. Schmidt, 1889, pp. 19-20. Voir également sa biographie p. 505, et sur son recrutement à l'Académie des mines, TUWA, Flaxa, 1984, p. 11.

l'enseignement pratique de la géométrie souterraine. Il sera également le premier professeur à introduire à Freiberg un cours entièrement consacré au calcul des probabilités. Il publie de nombreux articles et ouvrages de géométrie souterraine, essentiellement consacrés aux questions d'instruments et d'acquisition de données.

* *
*

L'Académie des mines de Freiberg est une institution scientifique d'envergure européenne dans le domaine des sciences minières. Sur la période que nous étudions, c'est-à-dire entre son ouverture en 1765 et 1850, 1 681 élèves y ont étudié. Si les deux tiers sont saxons, 464 viennent d'autres États allemands - en particulier de Prusse -, et 203 viennent d'autres pays européens [301]. En Allemagne, de nombreuses personnalités ont fréquenté l'Académie, dont le savant Alexander von Humboldt, le poète romantique Novalis (1772-1801) ou le minéralogiste D.L.G. Karsten. La *Bergakademie* remplit également le but du gouvernement saxon, c'est-à-dire la rationalisation de l'exploitation des mines. Jusqu'en 1765, la production était irrégulière et l'utilisation des machines aussi peu répandue que celle des sciences mathématiques. Sous l'impulsion d'anciens élèves de l'Académie comme F.W.H. von Trebra, la production des mines d'argent, puis des mines de houille au siècle suivant va non seulement augmenter, mais surtout fournir un revenu régulier à l'État et permettre l'industrialisation du pays [302].

Nous pensons avoir montré dans cette étude l'importance des mathématiques dans le développement de l'Académie des mines de Freiberg, et plus généralement dans l'essor des sciences de l'ingénieur en Saxe au tournant du XIXe siècle. Le rôle de Lempe nous semble en particulier avoir été déterminant. Héritier de la tradition technicienne et des méthodes universitaires, il organise leur rapprochement. Mathématicien éclectique et professeur minutieux, il inaugure une application systématique des mathématiques, élémentaires et supérieures, dans le domaine de l'exploitation des mines. Le *Magazin für die Bergbaukunde*, qu'il édite entre 1785 et 1799, est représentatif de cette démarche. Si nous reprenons ici la distinction opérée par H. Mehrtens entre l'invention, acte individuel, et l'innovation qui serait « l'introduction d'une nouvelle pièce dans l'ensemble des connaissances acceptées par un collectif plus étendu » [303], nous pouvons décrire l'activité des mathématiciens de l'Académie des mines de Freiberg comme une volonté d'innovation, cherchant à mathématiser, rationaliser et optimiser

301. 33 étudiants viennent d'autres continents, l'Amérique représentant le plus gros contingent. Voir Reich, 1850, p. (66), qui contient aussi les détails pour chaque sous-groupe par année.

302. La contribution de l'Académie à l'essor de l'exploitation des mines est étudiée dans Weber, 1976, et plus récemment dans Wakefield, 2009. Sur la question de l'extraction de l'argent, voir Soetbeer, 1879 ; sur l'action de F.W.H. von Trebra, voir Riedel, 2005 [1998].

303. Mehrtens *et al.*, 1981, p. 272 (notre traduction).

les sciences des montagnes : géologie, cristallographie, théorie des machines, comptabilité et investissement, hydraulique, mécanique et géométrie souterraine. Cette approche inaugurée par Lempe est poursuivie par la plupart de ses successeurs ; elle possède une cohérence de but remarquable, mais la disparité des moyens mis en œuvre en a obscurci la portée. Il ne s'agit pas d'une recherche qui fait systématiquement appel aux résultats théoriques les plus avancés, ou qui se concentre sur une branche spécifique des mathématiques. On y trouve au contraire des méthodes et des résultats très variés, choisis et adaptés en fonction des problèmes pratiques à résoudre. L'innovation en géométrie souterraine, pour ne citer que cet exemple, fait au tournant du XIXe siècle aussi bien appel à la géométrie élémentaire qu'à l'astronomie, la géographie mathématique ou au calcul différentiel.

Le niveau scientifique de l'Académie se révèle vite remarquablement élevé, compte tenu du maigre financement et de l'orientation technique originelle de l'institution. L'enseignement de F.G. von Busse et D.F. Hecht, ainsi que la hausse du niveau de la *Bergschule*, permettent de développer le programme et de généraliser l'étude et l'utilisation des mathématiques supérieures. Cette importance des mathématiques dans un institut technique a été jusqu'ici considérablement sous-estimée. Or on enseigne dans les années 1820 plus de mathématiques pures, à plus haut niveau, et avec des méthodes différentes, à l'Académie des mines qu'à l'université de Leipzig. Cela contribue à expliquer comment cette institution, modeste mais spécialisée et soigneusement dirigée, a pu parvenir dans les décennies qui suivent sa création à des résultats scientifiques de premier ordre dans d'autres disciplines scientifiques. Nous avons centré notre étude sur la géométrie pratique et plus spécifiquement souterraine, mais les mathématiques sont impliquées dans toutes les disciplines minières, de la cristallographie à la fonderie. Dans le domaine des mathématiques pratiques, il faut également mentionner les travaux d'hydraulique de J. Weisbach [304] et son développement de l'axonométrie orthogonale [305]. Le modèle inauguré en Saxe avec l'Académie des mines de Freiberg est donc un succès scientifique et économique qui va influencer profondément la politique scientifique de l'État saxon [306]. Les mathématiques pratiques et les instituts techniques vont être au cœur de son développement scientifique au XIXe siècle.

304. J. Weisbach, *Die Experimental-Hydraulik. Eine Anleitung zur Ausführung hydraulischer Versuche im Kleinen, nebst Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate* (Engelhardt, Freiberg, 1855).

305. J. Weisbach, *Anleitung zum axonometrischen Zeichnen* (Engelhardt, Freiberg, 1857).

306. Plus généralement, l'importance à l'intérieur de l'espace germanophone des académies des mines dans les réformes de l'administration et de l'enseignement technique, ainsi que leurs contributions à l'industrialisation, commence à être reconnue. Voir notamment Klein, 2010, p. 440.

CHAPITRE 3

Les instituts techniques supérieurs, ou les mathématiques au service de l'essor industriel saxon

---

« Une grande imperfection de la formation actuelle des artisans et techniciens vient manifestement de ce que la grande majorité de l'ensemble des élèves arrive dans la vie pratique sans aucun enseignement théorique et reste donc dans une routine mécanique [*handwerksmäßigen Schlendrian*] qui empêche le progrès vers le meilleur et le plus élevé. Car si des avancées ont eu lieu dans les dix dernières années, on ne peut cependant méconnaître que nombre de nos produits industriels sont loin d'égaler ceux d'autres grandes villes comme Berlin, Vienne, Bruxelles ou Paris. Si nous voulons être sûrs d'aller de l'avant, nous devons partir du principe que les mathématiques et le dessin forment le premier socle de toute éducation professionnelle. Celles-ci sont nécessaires pour fournir à l'esprit la capacité de penser, de comprendre et d'inventer, celui-là l'est pour fournir à la main l'habileté de représenter facilement en image ce que l'esprit a construit. C'est à cela que concourent nos écoles du dimanche, nos écoles professionnelles et nos écoles techniques » [1].

Intervention du *Staatsminister* Bernhard von Lindenau
devant la première chambre du parlement saxon, 5 juillet 1843.

---

1. MV, 1843, p. 1464 : « *Eine große Unvollkommenheit unserer jetzigen Handwerks- und Gewerbsbildung liegt offenbar darin, daß die große Mehrzahl sämmtlicher Lehrlinge ohne allen theoretischen Unterricht in das practische Leben übergeht und dadurch in einem handwerksmäßigen Schlendrian verbleibt, der das Fortschreiten zum Bessern und Höhern verhindert. Denn ist auch in den letzten 10 Jahren mancher Vorschritt gelungen, so läßt es doch nicht verkennen, daß viele unserer gewerblichen Producte den Leistungen anderer großer Städte, wie Berlin, Wien, Brüssel, Paris, keineswegs gleichkommen. Wollen wir mit Sicherheit vorwärts schreiten, so muß davon ausgegangen werden, daß für jede gewerbliche Bildung Mathematik und Zeichen die erste Basis bilden. Jene ist nothwendig, um dem Geist die Fähigkeit des Denkens, Begreifens und Erfindens, letztere um der Hand die Fertigkeit zu gewähren, das geistig Construirte mit Leichtigkeit bildlich darstellen zu können. Darauf wirken unsere sonntäglichen, gewerblichen und technischen Schulen hin* ».

Introduction

Après l'université de Leipzig et l'Académie des mines de Freiberg, l'Institut de formation technique de Dresde est la troisième grande institution scientifique de Saxe. Son inauguration en 1828 peut servir de repère chronologique pour marquer l'entrée de cet État dans la révolution industrielle. En 1851, sa transformation en École polytechnique marque la fin de notre étude ; le système scientifique et technique saxon aura alors atteint une forme stable. Nous avons vu au chapitre précédent que l'université de Leipzig perd progressivement son monopole sur l'enseignement et la recherche en mathématiques avec l'apparition d'une tradition autonome à la *Bergakademie*. Le succès de cet établissement, conjugué à une implication croissante de l'État dans le domaine de la politique scientifique, entraînent la création de plusieurs établissements techniques dans la première moitié du XIX^e siècle. Nous allons à présent montrer l'importance et évaluer le rôle que ceux-ci ont joué dans l'histoire des mathématiques saxonnes.

Le lien entre ces institutions et les mathématiques a généralement été ignoré ou minoré pour deux raisons. Premièrement, il ne s'agit pas d'établissements spécialisés dans ces disciplines, comme pourraient l'être des laboratoires ou des instituts de mathématiques. Elles n'y constituent qu'une composante d'une formation technique variée, et on en a parfois déduit que « dans les académies professionnelles saxonnes, comme l'Académie des mines de Freiberg et plus tard l'École polytechnique de Dresde, les sciences mathématiques et physiques sont toujours restées des sujets auxiliaires par rapport aux études professionnelles. » [2] Deuxièmement, on trouve peu de mathématiciens célèbres dans ces établissements ; lorsque c'est le cas, ils sont alors considérés comme des exceptions, ou du moins on ne cherche pas à considérer leurs travaux dans le cadre des établissements où ils travaillent. Or, si les mathématiques n'y représentent qu'une partie de l'activité d'enseignement, c'est au début du XIX^e siècle le cas pour toutes les institutions scientifiques, notamment pour les universités. Il nous semble donc possible d'affirmer, avec le mathématicien saxon Gustav Adolf Jahn (1804-1857), que les mathématiques occupent toujours, dans ces établissements, une place particulière :

> « la formation [technique] doit avant tout reposer sur des principes et des théorèmes mathématiques ; partout où nous rendons les forces de la nature utiles à la satisfaction de nos besoins [...] les mathématiques servent de guide, en ce qu'elles garantissent une vue d'ensemble plus simple et plus aisée des lois de la nature, nous guident sur de nouveaux chemins jusqu'ici inconnus, déterminent le résultat

2. Jungnickel, 1979, p. 13 (notre traduction). Pour une critique plus générale de ce type d'arguments sur l'importance d'institutions strictement dédiées aux mathématiques, voir Schubring, 2003, pp. 1054-1055, où l'auteur appelle à « surmonter l'illusion de l'autonomie disciplinaire et institutionnelle ».

de nos entreprises à l'avance et permettent ainsi d'éviter des efforts vains. » [3]

Cet ancien élève de Möbius et de Drobisch publie à partir de 1845 un *Dictionnaire de mathématiques appliquées, un manuel à utiliser pour l'étude et l'exploitation pratique des sciences, arts et activités qui nécessitent l'utilisation des mathématiques pures* [4]. Le succès de cet ouvrage, qui connaît deux nouvelles éditions en 1847 et 1855, témoigne de l'essor de l'utilisation des mathématiques dans les domaines techniques au milieu du XIXe siècle. Pour cette raison, la seconde explication au peu d'attention porté à l'histoire des mathématiques dans ces institutions, l'argument du faible nombre de « grands » mathématiciens, nous semble également peu convaincant. Ces différentes écoles, instituts et académies représentent un vivier considérable d'enseignants et d'étudiants en mathématiques. Leurs activités s'étendent dans tous les domaines des mathématiques pures, appliquées ou pratiques. Elles méritent d'être étudiées pour le rôle qu'elles ont joué dans l'histoire des sciences et des techniques en Saxe, sans se focaliser uniquement sur le jugement que la postérité leur a porté. Nous nous plaçons ici dans une perspective historique qui commence lors de la mise en place d'une rationalité économique au service et sous le contrôle d'un État centralisé, à la fin de la guerre de Sept Ans, et court jusqu'aux premières décennies de la révolution industrielle [5]. Cette région qu'est la Saxe offre une opportunité de mettre à l'épreuve dans un cas précis l'affirmation selon laquelle les sciences mathématiques seraient un facteur important, voire nécessaire, pour l'évolution des techniques et l'essor industriel. H. Kiesewetter, dans une étude récente de l'industrialisation de la Saxe, souligne l'importance de l'éducation scientifique et technique :

> « L'éducation et la formation des artisans, entrepreneurs, ingénieurs, employés et travailleurs de l'industrie ont une fonction très importante, qui a été sous-estimée dans l'analyse de l'industrialisation européenne [...]. Les plus simples activités industrielles exigent en effet non seulement de l'habileté manuelle, mais aussi une *compréhension* des relations, qui est impossible sans un certain niveau d'éducation. La politique d'éducation publique est donc considérée comme une condition

---

3. Jahn, 1855 [1845], introduction non paginée : « *diese Ausbildung muß aber vorzüglich auf mathematischen Grund- und Lehrsätzen beruhen ; überall da, wo wir uns die Naturkräfte zur Befriedigung unserer Bedürfnisse dienstbar machen* [...] *wird die Mathematik als Führerin dienen, indem sie eine einfachere und leichtere Übersicht der Naturgesetzte gewährt, uns auf neue bisher noch unbekannte Wege leitet, das Resultat unserer Unternehmungen im voraus bestimmt und auf solche Weise erfolglose Bemühungen vermeiden läßt.* »

4. Voir sa notice biographique p. 505. Ce dictionnaire poursuit le projet du *Dictionnaire de mathématiques pures* de G.S. Klügel, comme l'indique le titre complet : *Wörterbuch der angewandten Mathematik, ein Handbuch zur Benutzung beim Studium und praktischen Betriebe derjenigen Wissenschaften, Künste und Gewerbe, welche Anwendungen der reinen Mathematik erfordern, zugleich als Fortsetzung des Klügel'schen Wörterbuchs der reinen Mathematik* (voir également Klügel, 1803-1808).

5. Sur la révolution industrielle en Saxe, l'ouvrage de référence est Kiesewetter, 2007. On pourra également consulter Keller, 2002, pp. 178-188, pp. 201-215 et pp. 308-329, et pour le cadre plus large de l'Allemagne, Nipperdey, 1983, pp. 178-210, pp. 482-484.

préalable nécessaire de l'industrialisation régionale. » [6]

De nombreuses questions se posent alors sur le rôle des mathématiques. Ont-elles réellement été nécessaires dans l'évolution industrielle de l'État, et si oui, à quel niveau, dans quels domaines et selon quelles modalités ? Une politique de formation scientifique n'est pas nécessairement adaptée aux besoins des artisans, techniciens et ingénieurs. Nous avons vu dans le premier chapitre que, jusqu'au milieu du XIXe siècle, les savoirs mathématiques enseignés à l'université de Leipzig sont peu en phase avec les besoins sociaux et économiques. Une autre question importante est celle de l'existence même d'une politique scientifique : dans quelle mesure l'action de l'État dans le domaine de l'enseignement des mathématiques est consciente, coordonnée et orientée vers le développement technique ?

Ces questions nous semblent d'autant plus intéressantes que la Saxe est le premier État allemand à entrer dans la révolution industrielle, avant la Prusse ou la région de la Ruhr ; s'il existe bien sûr une multitude de facteurs et de particularités pour expliquer cette avance relative, le rôle des mathématiques pratiques ne saurait selon nous être sous-estimé. Nous pourrons mettre à profit la distinction utilisée dans les chapitres précédents entre mathématiques appliquées et mathématiques pratiques pour étudier les évolutions de l'enseignement et la place des disciplines mathématiques dans le champ de la connaissance en Saxe. Le périmètre des sciences mathématiques évolue considérablement jusqu'au milieu du XIXe siècle, au cours d'un processus de spécialisation et de différenciation rapide. La question des sources est pour ce chapitre plus problématique que dans les cas de l'université ou de l'Académie des mines. Les archives de l'École polytechnique de Dresde, réunies avec celles de l'Académie forestière de Tharandt lors de leur rattachement administratif en 1929, ont été en grande partie détruites lors du bombardement de Dresde durant la Seconde Guerre mondiale. La principale source d'archives restante, celle de l'administration saxonne, est cependant lacunaire, en particulier concernant la nomination des professeurs et enseignants. La littérature primaire imprimée compense néanmoins partiellement cette perte. Elle comporte beaucoup d'informations précises sur l'enseignement et l'organisation des mathématiques, notamment par l'intermédiaire des journaux scientifiques et des programmes annuels publiés par chaque institution.

Nous étudierons dans un premier temps l'histoire de l'Académie forestière de Tharandt. Cette institution illustre de manière originale la rationalisation d'un domaine à première vue relativement éloigné des sciences exactes. Son histoire montre que ce phénomène ne passe pas nécessairement par l'utilisation de mathématiques supérieures mais plutôt par une large diffusion et une utilisation systématique de connaissances élémentaires. Dans un second temps, nous analyserons l'origine des établissements techniques de Dresde et de Chemnitz

6. Kiesewetter, 2007, p. 26 (notre traduction, c'est Kiesewetter qui souligne). Voir également Stützner et Dagmar, 1985.

en insistant sur les motivations et les circonstances de leur création. Nous devrons ensuite expliquer comment ces instituts, censés développer le commerce et les manufactures, en viennent à développer une culture mathématique de premier plan, solidement implantée dans le paysage scientifique germanophone, et comment l'Institut de formation technique devient au milieu du XIXe siècle l'École polytechnique de Dresde. Nous illustrerons enfin les liens entre mathématiques et essor industriel par un exemple emblématique, en analysant la participation des mathématiciens saxons au développement de l'industrie de la vapeur et du chemin de fer en Saxe.

3.1 L'Académie forestière de Tharandt

> « Est-il vraiment nécessaire d'écrire pour chaque type de gens une Arithmétique et une Géométrie particulière ? N'y a-t-il, parmi la multitude de livres de calcul et de mesure que nous possédons déjà, aucun ouvrage qui serait adapté à ceux qui veulent se livrer à l'exploitation des forêts de manière raisonnable et appropriée ? » [7]
>
> *Neue Allgemeine Deutsche Bibliothek*, 1770.

Les mathématiques forestières en Saxe avant la création de l'Académie

Avec l'exploitation des mines, les forêts sont l'une des principales ressources des États allemands à la fin du XVIII^e^ siècle ; ceci est particulièrement vrai pour la Saxe où le pouvoir politique est fortement impliqué financièrement dans cette activité. L'exploitation des forêts devient un terrain privilégié pour le développement des sciences camérales, dont les sciences forestières (*Forstwissenschaften*) forment l'une des principales branches. Au milieu du XVIII^e^ siècle, la priorité est donnée à l'utilisation et au commerce du bois sur la chasse. Après la guerre de Sept Ans, la crainte de la surexploitation et la nécessité de garantir la pérennité (*Nachhaltigkeit*) du domaine forestier sont couplées à la volonté de profiter autant que possible des ressources naturelles disponibles. C'est dans ce contexte que naissent, en particulier en Saxe, de nombreuses réflexions et publications sur ces sujets [8]. Johann Gottlieb Beckmann (1700-1777), forestier saxon, écrit de nombreux ouvrages proposant de réformer l'organisation des forêts, en particulier la mesure des volumes de bois et les taxations. Johann Friedrich Stahl (1718-1790) lance un journal consacré à la discipline, le *Magazine général d'économie forestière* (*Allgemeines Öconomisches Forst-magazin*), dont 12 numéros sont publiés entre 1763 et 1769. L'administration des forêts cesse progressivement de fournir des sinécures à d'anciens militaires ou à des protégés des gouvernants, tandis que le métier de géomètre forestier (*Forstgeometer*) se développe, avec ses propres compétences.

En 1767, le pasteur et mathématicien saxon Johann Ehrenfried Vierenklee (1716-1777) [9] publie un manuel de mathématiques forestières qui connaît un grand succès. Il est intitulé *Éléments mathématiques d'arithmétique et de géométrie, pour autant qu'elles doivent être sues par ceux qui veulent se diriger vers la nécessaire exploitation des forêts d'une manière complète et raisonnable.* Cet ouvrage, qui possède par ailleurs une très forte empreinte

---

7. NADB, 12 (1), 1770, p. 319 : « *ist es denn auch nöthig, für jede Art Leute eine besondere Arithmetick und Geometrie zu schreiben ? Sollte sich unter der Menge von Rechen- und Meßbüchern, die wir bereits haben, kein einziges finden, das denen gerecht wäre, die sich auf eine vernünftige holzgerechte Weise dem Forstwesen ergeben wollen ?* » C'est nous qui soulignons ; l'auteur de la recension est A.L.F Meister.

8. Sur l'histoire des sciences forestières, les spécificités de l'approche allemande et les acteurs de leur développement, voir Brown, 1887 ainsi que Lowood, 1990.

9. Voir sa notice biographique p. 525, et son manuel Vierenklee, 1767.

théologique, se réfère à la tradition universitaire de C. Wolff et Christlieb von Clausberg (1689-1751). Vierenklee explique cependant à plusieurs reprises ne pas traiter l'ensemble des mathématiques élémentaires, « ce qui serait une entreprise superflue », et renvoie pour cela aux manuels cités ci-dessus. Il se contente d'exposer quelques principes généraux avant de se focaliser sur les utilisations pratiques dans l'exploitation forestière. La science des lignes, l'euthymétrie, sert à calculer la hauteur d'un arbre ou bien à faire le lien entre diamètre et circonférence. La science des surfaces, l'épidométrie, permet de mesurer un domaine ou la surface d'une corde de bois (*Holzklaster*[10]). La partie la plus développée est la science des volumes, la stéréométrie, qui aborde les problèmes les plus concrets et les plus importants : estimer le volume d'un arbre, en déduire sa valeur et comment le taxer, calculer quel diamètre doit avoir le tronc pour pouvoir en extraire un volume d'une forme donnée, ou encore le nombre de poutres qu'il est possible d'extraire d'un arbre en fonction de leur forme. On trouve aussi dans ce manuel des problèmes plus généraux, comme le calcul de la valeur totale d'un domaine, la durée de croissance d'un arbre, ou encore comment prévoir le volume de bois à couper chaque année.

Considérons un exemple de l'activité en mathématiques forestières avant la création de l'Académie, à savoir l'importante question du volume d'un arbre. Avant les années 1750, on considérait traditionnellement qu'un tronc pouvait être assimilé à un cylindre et l'on calculait l'aire de la base en mesurant la circonférence à hauteur de poitrine. En 1764, le forestier saxon Carl Christoph Oettelt (1727-1802) publie une *Preuve pratique que les mathématiques rendent un service indispensable pour l'exploitation des forêts* dans laquelle il affirme qu'un arbre doit plutôt être assimilé à un cône[11]. Vierenklee cherche à améliorer cette nouvelle définition. Constatant que le sommet d'un arbre n'est pas propre à être utilisé et que le diamètre n'est constant que sur la première partie du tronc, il donne une définition géométrique de l'arbre standard : « un arbre est donc en quelque sorte, si nous voulons le déterminer précisément, une chose intermédiaire entre un cylindre et un cône tronqué. Nous voulons donc le traiter de telle manière que nous additionnerons à chaque fois son diamètre inférieur et supérieur, et nous prendrons la moitié de cette somme pour diamètre d'un cylindre de même longueur que l'arbre. »[12]

En 1760, un autre ouvrage paraît sur l'application du calcul littéral et de l'algèbre à l'exploitation des forêts. Intitulé *La division des bois en coupes annuelles : un exercice de*

10. L'unité de mesure utilisée en Saxe pour le bois est le *Klaster*, traduite selon Monge par « corde » de bois dans l'*Encyclopédie méthodique* (une corde correspond à 3,2 stères de bois).

11. *Practischer Beweis, dass die Mathesis bey dem Forstwesen unentbehrliche Dienste thue* ; le livre sera réédité quatre fois jusqu'en 1802. C.C. Oettelt commence sa carrière comme arpenteur en Saxe avant de devenir géomètre forestier dans le petit État voisin de Saxe-Gotha.

12. Vierenklee, 1767, p. 445 : « *Ein Baum ist also, wenn wir ihn genau bestimmen wollen, so zu reden, das Mittelding zwischen einer Walze und einem abgekürzten Kegel. Dahin wollen wir ihn dergestalt behandeln, daß wir jederzeit seinen untersten und obersten Durchmesser zusammen addiren, und aus deren Summa die Hälfte für den Durchmesser eines Cylinders nehmen, der mit dem Baume eine gleiche Länge hat.* »

calcul, il est publié de manière anonyme par F.W. von Oppel et sera réédité en 1791 [13]. Nous avons vu au chapitre précédent que von Oppel dirige l'administration des mines saxonnes. L'existence de cet ouvrage, qui connaît plusieurs éditions, montre qu'il y a au niveau régional une grande proximité entre les différentes disciplines qui forment les mathématiques pratiques. Avant cette publication, la méthode utilisée pour organiser l'exploitation d'un domaine était une division spatiale. Après avoir calculé l'aire d'une parcelle, on divisait ce résultat par le nombre d'années nécessaires à la croissance d'un arbre afin d'obtenir la taille de la portion à découper chaque année. Cette méthode négligeait cependant la diversité des essences d'arbres et les variations de terrain. Von Oppel essaie de résoudre ce problème et se concentre sur le calcul non pas de l'aire du domaine mais du volume total de bois contenu. Pour cela, il met en équation la production d'une forêt en fonction des paramètres que sont le volume de bois présent sur un domaine, la quantité coupée chaque année et le volume nécessaire pour produire une unité supplémentaire en un an. Il peut alors étudier à l'aide des formules obtenues un grand nombre de situations différentes, comme l'absence de coupe pendant un nombre donné d'années, la recherche de différents paramètres pour avoir une exploitation équilibrée, ou encore la variation selon les années de la vitesse de croissance des arbres ou de la vitesse de coupe (éventuellement de manière cyclique). On trouve dans cet ouvrage une analogie, courante dans les sciences camérales, entre un domaine forestier et un capital. La croissance et l'exploitation se trouvent ainsi assimilées à des calculs d'intérêts, et les problèmes complexes sont ramenés à des calculs d'intérêts composés [14].

Une recension de l'ouvrage souligne son utilité : « Il est souhaitable que de telles preuves de l'utilité pratique [*praktische Brauchbarkeit*] du calcul littéral et de l'algèbre gagnent à ces arts - que l'on tient avec une même injustice pour trop difficiles et pour inutiles - toujours plus d'amateurs. » [15] À la fin du XVIII^e siècle, les sciences forestières se professionnalisent rapidement, et ce mouvement fait principalement appel aux mathématiques. L'ouvrage de von Oppel illustre tout à fait la lourde tendance calculatoire qui apparaît dans l'exploitation des forêts saxonnes et allemandes. Il devient dès lors nécessaire de formaliser la transmission de ces connaissances souvent complexes ; la mathématisation de l'exploitation forestière passe par la création d'une école chargée de dispenser ces savoirs théoriques. La future Académie de Tharandt ne naît cependant pas en Saxe, mais dans le petit État voisin de Saxe-Weimar-Eisenach.

13. Oppel, 1791 [1760] : *Die Abtheilung der Gehölze in jährliche Gehaue : eine Rechnungsaufgabe.*

14. Oppel, 1791 [1760]. La mise en équation se trouve aux §§4-5, et les problèmes que nous mentionnons sont abordés dans la suite de ce court ouvrage de 78 pages. L'analogie avec les calculs d'intérêts est développée §§44-50.

15. GGA, num. 122, 11 octobre 1760, p. 1056 : « *Es ist zu wünschen, daß dergleichen Proben von der practischen Brauchbarkeit der Buchstabenrechnung und Algebra, einer Kunst immer mehr Liebhaber erwerben, die man mit gleicher Unbilligkeit für allzuschwer und für unnütz hält.* » L'auteur de la recension est A.G. Kästner.

3.1.1 Une institution inspirée par l'Académie des mines de Freiberg

J.H. Cotta et l'École de Zillbach

Né en 1763 près de Meiningen, dans l'État de Saxe-Weimar-Eisenach, Johann Heinrich Cotta (1763-1844) étudie jusqu'en 1785 les mathématiques, les sciences naturelles et camérales à l'université d'Iéna. Nommé dans l'administration forestière de ce petit État, il commence à former des élèves aux sciences forestières, de manière informelle, à partir de la fin des années 1780. En 1795, son succès est tel qu'il crée un véritable établissement et publie une annonce dans un journal local intitulée *Information au public concernant un institut de l'administration forestière de Zillbach du duché de Saxe-Weimar-Eisenach, pour la formation des futurs forestiers et chasseurs, existant depuis plusieurs années et maintenant agrandi* [16]. L'inspiration de Cotta vient d'un constat sur l'absence d'enseignements théoriques dans ce domaine. Il cherche « à former des forestiers utiles [*brauchbar*] par un lien le plus opportun possible entre l'enseignement théorique et pratique » [17] et met l'accent sur le rôle des mathématiques : « outre les connaissances qui concernent directement les arbres et les animaux des bois, tout bon forestier doit également être jusqu'à un certain point familier avec les sciences naturelles en général, tout comme avec les mathématiques » [18].

Pour Cotta, les mathématiques sont indispensables à la formation des forestiers : elles sont utilisées dans les calculs de volumes de bois selon diverses méthodes. Elles servent également dans les travaux d'arpentage et de cartographie pour l'établissement de cadastres modernes. L'arithmétique doit être travaillée pour son utilité dans les prévisions de rendements et dans le calcul des taxations. Un dernier rôle, moins attendu dans un institut forestier, est assigné aux mathématiques : elles participent à la formation de l'esprit de celui qui le fréquente. Celui-ci doit savoir exprimer clairement ses pensées, et Cotta propose la résolution écrite de problèmes (*mathematische Probleme schriftlich bearbeitet*) comme l'un des moyens incontournables pour atteindre ce but. Il semble également que les élèves aient été associés aux recherches dès la création de l'institution, en particulier par des travaux pratiques [19]. L'École de Zillbach n'est pas à l'époque unique en Allemagne : la première école forestière est fondée à Wernigerode en 1763 et une dizaine seront créées jusqu'à la fin du

16. RA, num. 1764, 20 juillet 1795, pp. 1617-1623 : *Nachricht an das Publicum von einer im Herzogl. S. Weimar- und Eisenachischen Forstamte Zillbach seit mehreren Jahren bestehenden und nun erweiterten Anstalt zur Bildung angehender Forstmänner und Jäger.*

17. RA, num. 1764, 20 juillet 1795, p. 1619 : « *durch möglichst zweckäßige Verbindung des theoretischen Unterrichts mit dem practischen zum brauchbaren Forstmann zu bilden.* »

18. RA, num. 1764, 20 juillet 1795, p. 1620 : « *Außer den Kenntnissen, welche unmittelbar die Bäume und die Thiere des Waldes betreffen, muß aber auch jeder gute Forstmann mit der Naturwissenschaft überhaupt, so wie mit der Mathematik bis zu einem gewissen Grade vertraut geworden seyn* ».

19. Brown, 1887, p. 13.

XVIII^e siècle.

C'est cependant cette école qui va s'implanter ultérieurement en Saxe, puis connaître le succès en adoptant un enseignement neuf de la discipline mathématique, et enfin devenir un modèle pour l'enseignement des sciences forestières en Europe. À la fin du XVIII^e siècle, l'utilisation des mathématiques dans les sciences forestières est encore peu répandue. La recension de la seconde édition du manuel de Vierenklee reconnaît que « cette poignée [de personnes] qui cherchent à obtenir des connaissances en mathématiques est encore loin d'être la plus nombreuse. » [20] Le succès de l'Académie des mines de Freiberg décide alors le gouvernement saxon à adopter une démarche similaire pour la gestion des forêts.

Une institution associée à l'Académie des mines de Freiberg ?

Dès 1763, la commission du *Rétablissement* avait cherché à rationaliser l'exploitation forestière. Dans un premier temps, la seule mesure adoptée avait été la reprise, en 1780, de l'arpentage et de la cartographie des bois saxons. En 1799, suite à une proposition de l'administration des forêts, une lettre est adressée au roi recommandant la création d'une Académie forestière. Il est proposé de la relier étroitement à l'Académie de Freiberg, à la fois pour réduire les coûts et pour profiter de « son succès incroyablement heureux et de sa grande influence » [21] sur le développement des techniques d'exploitation. Le conseil des finances, qui supervise la *Bergakademie*, propose en 1800 que les cours des matières théoriques, et en particulier de mathématiques, soient communs aux deux établissements. La réponse du directeur Werner est prudente : il recommande de garder deux établissements séparés mais accepte l'idée d'enseigner certaines matières en commun. Il fournit également un projet de programme d'enseignement dans lequel les mathématiques occuperaient une place importante. Au-delà des matières habituelles, mathématiques pures, arpentage et dessin technique, on trouve des disciplines spécifiques aux sciences forestières : arithmétique forestière (*Forst-Arithmetik*) et comptage forestier (*Forst-Kontoristik*) [22]. Une réunion est organisée en octobre 1801 et la création de l'établissement est actée. Il doit être séparé de l'Académie déjà existante, placé sous l'autorité de l'*Oberbergamt*, et de modeste envergure. L'ouverture est prévue pour la Pentecôte de 1803.

Une première difficulté concerne la nomination de nouveaux professeurs pour les ma-

20. NADB, 46 (1), 1799, pp. 153-154 : « *dieses Häuflein, welche sich Kenntnisse in der Mathematik zu verschaffen suchen, bei weitem noch nicht das Zahlreichste ist.* » La recension complète et très détaillée de cette seconde édition du manuel (parue en 1797) se trouve pp. 153-159.

21. Cité dans Schellhas et Wächtler, 1975, lettre du 30 mars 1799, *Die vollkommenste wißenschaftliche Bildung anzuziehender Forstmänner zu ihrem eigentlichen Berufe betreffend*, p. 16 : « *ungemein glücklicher Erfolg und großer Einfluß* ».

22. Schellhas et Wächtler, 1975, pp. 18-19. Le rapport de Werner, *Vorläufiche ohnmasgebliche Gedanken über die höchstens Orts intentionirte Errichtung einer Forst-Akademie in Freiberg und Verbindung derselben mit der Bergakademie*, est daté du 21 mai 1801.

tières spécifiques à l'exploitation des forêts. Les salaires proposés sont trop faibles et le seul professeur qui accepte meurt subitement en 1802. Le conseil des finances essaie de sauver le projet en le déménageant à Dresde, pour l'unir avec l'Académie militaire. La tentative échoue, mais en 1803 un Institut d'arpentage et de taxation des forêts (*Forstvermessungs- und taxationsanstalt*) est créé dans cette ville, dirigé par le mathématicien Karl Friedrich Schellig (1763-1809)[23]. Militaire de carrière et professeur de mathématiques à l'Académie militaire de Dresde, il doit sa nomination à ses travaux en mathématiques forestières. En 1799, il a en effet publié avec J.B. Markendorf un ouvrage intitulé *Questions forestières, en guise de suite et de contribution à la division des bois en coupes annuelles* (*Forstfragen als Entwickelungen und Beyträge zur Abtheilung der Gehölze in jährliche Gehaue*)[24], dans lequel il reprend et approfondit celui publié par von Oppel. Les milieux des mathématiques pratiques, qu'elles soient militaires, forestières ou minières, sont donc étroitement liés. Ancien élève de Hindenburg, Schellig adopte un style très calculatoire indirectement inspiré de l'approche combinatoire de celui-ci[25]. Il s'occupe pendant plusieurs années de la planification de l'exploitation des forêts, mais meurt à la bataille de Wagram en 1809 ; à cette date, il n'existe toujours aucun lieu de formation pour les géomètres forestiers en Saxe.

La création d'une Académie forestière à Tharandt

Le conseil des finances parvient alors à recruter Cotta comme directeur de l'Institut d'arpentage et de taxation des forêts. Il obtient des conditions très favorables compte tenu de la situation économique difficile due aux guerres napoléoniennes : un salaire annuel de 600 talers et un soutien pour installer son école de formation en Saxe, dans le lieu de son choix. Cotta choisit la petite ville de Tharandt, située dans les bois à mi-chemin entre Freiberg et Dresde. Bien qu'il possède le soutien du gouvernement, cet Institut reste privé et le directeur assume les risques financiers tout comme la direction pédagogique. Dans un premier temps, l'établissement ne compte que deux professeurs : Cotta lui-même, qui enseigne l'ensemble des matières forestières, et Johann Adam Reum (1780-1839), professeur de mathématiques[26]. Né dans l'État de Saxe-Meiningen, il étudie la philosophie, la théologie et les sciences naturelles à l'université d'Iéna avant d'être recruté en 1805 à l'École de Zillbach. Autodidacte en mathématiques, il enseigne également le dessin, l'arpentage et la botanique.

Bien que l'Institut soit dans un premier temps un succès, avec plus de cent élèves à

23. Voir sa notice biographique p. 518. Le gouvernement tente aussi de soutenir la publication d'ouvrage sur les mathématiques forestières. Il achète par exemple par souscription un grand nombre d'exemplaires de Fischer, 1803, un manuel publié en 1803 par le *Mathematicus* G.A. Fischer.

24. Schellig et Markendorf, 1799.

25. On sait que K.F. Schellig a été l'élève d'Hindenburg car il dédie Schellig et Markendorf, 1799 à son ancien professeur. Pour un exemple d'utilisation de la théorie des combinaisons et des substitutions, nous renvoyons à sa traduction largement remaniée d'un article de Lazare Carnot (1753-1823) sur la polygonométrie (Schellig, 1802).

26. Voir sa notice biographique p. 516.

l'ouverture, les années de guerre 1813 et 1814 l'amènent au bord de la ruine. Le directeur demande alors au conseil des finances de l'État saxon de prendre le contrôle de l'établissement et d'en assurer le financement. Il insiste dans ses courriers sur l'importance des forêts pour l'économie de la Saxe [27]. Il souligne aussi que les mathématiques sont nécessaires aussi bien pour les forêts que pour les mines, car les deux domaines doivent combiner théorie et pratique. Il propose d'ailleurs, dans un plan qui sera refusé, de recruter deux professeurs de mathématiques, l'un pour la partie théorique et l'autre pour la partie pratique, ainsi qu'un professeur de calcul forestier (*Forstrechnungswesen*) [28]. L'importance pour Cotta du modèle de la *Bergakademie* et du succès de sa politique scientifique est patent : « l'Académie de Freiberg, si proche et si parfaitement organisée, montre l'image et les traits principaux selon lesquels une Académie forestière devrait être organisée. » [29] Le 14 mai 1816, une lettre du roi et un communiqué public annoncent la création officielle de la *Königliche Sächsische Forstakademie* [30]. Elle possède de fait bien des points communs avec la *Bergakademie* : les conditions d'entrée et les règlements intérieurs sont identiques. Afin de privilégier le développement de la Saxe, la même distinction est mise en place entre *Intraner* (étudiants saxons) et *Extraner* (étrangers ou non-boursiers). Le contrôle étroit du contenu des enseignements par le conseil des finances, le fort soutien financier pour le matériel et les voyages ainsi que l'importance des sciences théoriques, avec en premier lieu les mathématiques, sont eux aussi directement hérités de Freiberg.

3.1.2 Les mathématiques pratiques à Tharandt et l'exploitation rationnelle des forêts

L'Académie forestière, selon son organisation de 1816, possède trois professeurs qui représentent les trois pôles de l'enseignement. Outre Cotta pour les sciences forestières et J.A. Reum pour les mathématiques, on trouve également Karl Leberecht Krutzsch (1772-1852) pour les sciences naturelles. D'autres personnes enseignent des matières mineures comme la chasse, le dessin ou la langue allemande ; l'établissement recrute également un assistant de mathématiques, August Gottlieb Rudorf, rapidement remplacé par Friedrich Hesse [31]. Tous

27. Lettres du 26 juillet et du 2 août 1814 de Cotta au conseil des finances, dans Schellhas et Wächtler, 1975, p. 64.

28. Plan du 9 septembre 1814, partiellement reproduit dans Collectif, 1866, pp. 8-9.

29. Cité dans Schellhas et Wächtler, 1975, p. 64 : « *Die nahe liegende, so vortrefflich eingerichtete Bergakademie in Freyberg giebt das Bild und enthält die Hauptzüge, wie eine Forstakademie eingerichtet werden müße.* »

30. UAD - B/14, *Acta die Einrichtung der Forstakademie zu Tharand betreffend*, pp. 1r-12r.

31. Très peu de choses sont connues à propos de Friedrich Hesse en dehors du fait qu'il est assistant en mathématiques, dessin et arpentage de 1816 à 1820 (Collectif, 1866, p. 127). Il est possible qu'il s'agisse de la même personne que Friedrich Hess, maître de chant et enseignant de mathématiques à Freiberg dans les années 1820 et 1830. Voir la notice biographique de ce dernier p. 502. La chronologie des premiers assistants de mathématiques est la suivante : August Gottlieb Rudorf (arpenteur), assistant en 1816-1817, Friedrich

les professeurs sont nommés par le conseil des finances. Les 62 étudiants doivent suivre un cursus de deux ans avec des cours semestriels organisés selon un cursus défini. Pour l'année 1819-1820, le plan d'enseignement des mathématiques est le suivant [32] :

Première année :

- Planimétrie (6 heures hebdomadaires en été, *F. Hesse*)
- Stéréométrie et trigonométrie (4 heures hebdomadaires en hiver, *J.A. Reum*)
- Arithmétique (6 heures hebdomadaires en hiver, *F. Hesse*)

Deuxième année :

- Algèbre (4 heures hebdomadaires en été, *J*.A. Reum)
- Progressions, logarithmes et calcul de la valeur des bois (2 heures hebdomadaires en hiver, *J.A. Reum*)
- Mathématiques appliquées (2 heures hebdomadaires en hiver, *J.A. Reum*)

Il est cependant difficile de se fier aux emplois du temps fournis dans les comptes rendus annuels qui varient fortement au cours des premières années [33]. Ainsi l'arithmétique et l'algèbre sont bientôt réunies en un seul cours, tout comme la géométrie et la trigonométrie (respectivement *Zahlenlehre* et *Raumgrößenlehre*). Un cours de géométrie pratique, c'est-à-dire d'arpentage, est dans un premier temps proposé par Hesse puis repris par Reum. Il semble qu'un cours de logique ait brièvement existé sous la direction de Friedrich Christian Schlenkert (1757-1828). Deux éléments principaux sont à retenir de ces premières années. Tout d'abord l'influence du gouvernement, qui demande des rapports fréquents et réorganise, parfois contre l'avis des professeurs, l'enseignement des mathématiques. Ensuite le niveau inégal et souvent faible des académiciens qui oblige les professeurs à adapter leurs enseignements et à proposer des cours de mathématiques élémentaires.

Pour avoir une idée plus précise du contenu des matières au milieu des années 1820, nous pouvons étudier le manuel de mathématiques publié par le professeur Reum en 1823 et 1824. Intitulé *Principes des mathématiques pour les futurs forestiers* (*Grundlehren der Mathematik für angehenden Forstmänner*), il se compose de deux tomes consacrés pour le premier à l'arithmétique et à l'algèbre, pour le second à la géométrie et à la trigonométrie ; il y expose la méthode et le contenu de son enseignement académique. Dès la création de l'Académie de Tharandt, la division des mathématiques et leur méthode diffèrent de ce que l'on trouve à l'université de Leipzig. Le succès de l'Académie des mines a démontré que l'enseignement technique des sciences exactes doit se fonder sur des manuels spécifiques et possède une

Hesse, assistant de 1816 à 1820 et Christian Friedrich Muth, assistant de 1820 à 1829.

32. Voir UAD B/64, p. 3r et pp. 67r-67v.

33. Pour les années 1822 à 1829, les programmes d'enseignements et les rapports des professeurs se trouvent dans l'acte UAD - B/67.

progression qui lui est propre. Reum le résume avec la maxime suivante : « se limiter au nécessaire du point de vue scientifique, souligner ce qui est important dans la pratique, sont des exigences essentielles. » [34] Le premier tome rassemble l'arithmétique élémentaire usuelle : les opérations, le calcul littéral et les racines carrées et cubiques. La présentation qui est faite des équations est intéressante, puisque non seulement Reum donne des formules de résolution jusqu'au troisième degré inclu, mais aussi car il aborde de manière très pédagogique la mise en équation de problèmes en donnant des exemples tirés de l'exploitation des forêts [35]. Le manuel dépasse sur certains points le contenu des mathématiques élémentaires puisqu'il présente la règle du binôme à l'aide d'exemples simples et introduit le calcul logarithmique. Reum exclut cependant catégoriquement les mathématiques supérieures et renvoie le lecteur ou l'étudiant curieux à d'autres manuels ou à l'enseignement universitaire. Le second tome présente les définitions de la géométrie, la géométrie du cercle, du triangle, du plan et de l'espace. Il aborde la trigonométrie et la polygonométrie, qu'il regroupe sous l'appellation de « calcul des grandeurs spatiales » (*Raumgrößenlehre*). Ces connaissances sont appliquées à des problèmes variés, notamment ceux liés aux schémas de semis des arbres, qui se ramènent à des problèmes d'empilements dans le plan.

La réforme de l'Académie et l'extension du programme de mathématiques

En 1821, le professeur de sciences naturelles K.L. Krutzsch propose d'adjoindre à l'Académie forestière un institut d'économie rurale, en s'inspirant des exemples des États de Bavière et de Saxe-Meiningen. Il propose à son administration un plan détaillé en 1829. Le projet est soutenu notamment par la Société économique du royaume de Saxe (*Ökonomische Gesellschaft im Königreiche Sachsen*). Cette évolution est l'occasion de mettre au point une nouvelle organisation, détaillée dans le *Plan der Forstakademie zu Tharandt und der damit verbundenen landwirtschaflichen Lehranstalt vom 10. April 1830*, et qui assigne une place plus importante aux mathématiques [36]. Dans les années 1830, leur enseignement à la *Forstakademie* est considérablement étendu. La réforme sépare les étudiants en deux sections afin « d'assurer au service forestier supérieur une formation à la fois plus étendue et plus générale » [37]. La section inférieure dure deux années et peut être complétée par une section supérieure d'un an. Le programme de mathématiques se compose en première année de cours d'arithmétique et de géométrie. En deuxième année, le cours d'arithmétique se poursuit, accompagné par un cours de stéréométrie ; on trouve également une matière intitulée « géométrie pratique avec exercices d'arpentage et de nivelage » et des exercices

34. Reum, 1823-1824, vol. 1, p. iii : « *Beschränkung auf das Wissenschaftlich-Nothwendige, und Heraushebung des Praktisch-Wichtigen sind dabei wesentliche Erfordernisse.* »

35. Reum, 1823-1824, vol. 1, pp. 76-100.

36. Le plan imprimé se trouve dans UAD - B/14, p. 12bis.

37. Collectif, 1866, p. 40 : « *und dem höheren Forstdienst zugleich eine grössere und allgemeinere Bildung zu sichern* ».

de calcul de taxes. La troisième année, qui correspond à la section supérieure, contient la trigonométrie plane, l'algèbre et le calcul de valeur des bois (*Waldwerthberechnung*). Le 22 mai 1830, un nouvel enseignant de mathématiques est recruté. Carl Ferdinand Heydler (1792-1839), ancien étudiant de l'université de Leipzig, a travaillé comme arpenteur à l'Institut d'arpentage de Dresde de 1819 à 1826 [38]. Bien qu'il ne possède pas le titre de professeur de mathématiques, le directeur Cotta présente son arrivée comme une rupture avec la pratique antérieure des simples assistants :

> « L'Académie forestière [...] reçoit un nouveau développement, dans la mesure où il est attribué à Monsieur Heydler une matière particulière, à savoir le cours d'arithmétique et de géométrie, au lieu que les cours auxiliaires de mathématiques ne soient donnés que par un professeur, et délivrés par simple répétition. » [39]

De fait, on observe dans les emplois du temps que le partage des cours se modifie : alors qu'auparavant Reum enseignait toutes les matières théoriques et que l'assistant se chargeait des exercices et répétitions, Heydler est maintenant responsable de tous les enseignements de première année tandis que Reum assure les deux dernières. Cette organisation ne dure cependant que quelques années puisque Reum meurt en 1839 et que Heydler quitte l'établissement la même année. La succession de Reum remet en cause toute l'organisation de l'Académie car il assurait non seulement des enseignements de mathématiques mais également des cours de botanique. Il est décidé de créer un poste pour « l'ensemble des matières mathématiques, comprenant l'enseignement du dessin de situation et de construction » [40]. Maximilian Robert Preßler (1815-1886) est alors nommé professeur : ancien élève de l'Institut de formation technique de Dresde, il était jusque-là enseignant à l'École professionnelle de Zittau [41].

Preßler est un professeur très actif qui publie de nombreux articles et ouvrages dans les différentes parties des mathématiques forestières. Lorsqu'un journal est créé à l'Académie en 1842, l'*Annuaire d'économie forestière* (*Forstwirthschaftliches Jahrbuch*), il en devient un contributeur régulier. Ses recherches abordent aussi bien la modélisation de problèmes économiques que la construction des instruments ; il participe également aux réflexions sur la pédagogie des mathématiques forestières. Au milieu du XIXe siècle, la mathématisation de l'exploitation forestière s'accélère et Preßler y participe activement. Son manuel de finances forestières, publié en 1858, ouvre une nouvelle dimension à l'application des mathématiques dans ce domaine ; il est réédité et discuté jusqu'à la fin du siècle. L'auteur place en exergue

---

38. Voir sa notice biographique p. 503.

39. UAD - B/31a, p. 16v : « *die Forstakademie* [...] *eine neue Entwicklung erhalten hat, und zwar in vorliegender Beziehung die, das Herr Heydler ein besonderes Lehrfach nähmlich der Vortrag der Arithmetik und Geometrie übertragen ist, statt daß sonst der mathematische Hülfsunterricht nur ein vom Professor aufgegebener war, und blos repetirend ertheilt wurde.* » Lettre de Cotta aux professeurs, 25 mars 1831.

40. Ordonnance du 14 mars 1840, citée dans Collectif, 1866, p. 59 : « *sämmtliche mathematische Lehrfächer, ingleichen für den Unterricht im Situations- und Bauzeichnen* ».

41. Voir sa notice biographique p. 515.

de la première édition la phrase suivante : « un économe qui ne mesure ni ne calcule n'est pas un économe ; car le calcul est l'essence de l'économie, et le nombre sa dernière preuve. » [42] L'approche novatrice résolument calculatoire de la gestion des forêts, inaugurée en Allemagne et plus particulièrement à Tharandt, influence progressivement les autres pays européens [43].

En 1846, l'enseignement de l'Académie est réorganisé et un nouveau programme est publié, *Allgemeiner Plan der Königlichen Sächsischen Akademie für Forst- und Landwirthe zu Tharandt* [44]. Les statuts de l'Académie de Tharandt sont une fois de plus tout à fait semblables à ceux de Freiberg ; les deux établissements sont en particulier placés sous la direction du ministère des finances. Un examen d'entrée est instauré, si bien que pour aborder le cursus inférieur, les étudiants doivent avoir un niveau équivalent à l'entrée dans la dernière classe d'une école secondaire classique (*Gymnasium*) ou professionnelle (*Realschule*). Pour entrer directement en deuxième année, les conditions sont plus strictes, en particulier concernant les mathématiques : « les Saxons qui ont l'intention de se former à l'administration supérieure des forêts doivent prouver qu'ils sont préparés pour l'université en produisant un certificat de maturité [*Maturitätszeugnis*] obtenu dans l'un des *Gymnasien* saxons, et l'on procédera si nécessaire à un examen dans les sciences mathématiques » [45]. Le programme de mathématiques est ensuite présenté de manière plus détaillée que précédemment ; le texte complet est reproduit dans notre annexe E. On peut remarquer que le cours de mathématiques pures, proposé en première année, s'appuie sur les mathématiques élémentaires qui sont supposées connues : comme pour l'Académie des mines, la hausse du niveau de l'enseignement secondaire se traduit par une hausse des enseignements de mathématiques pures, qui englobent les équations supérieures et la théorie des coniques. Le programme mentionne également en deuxième année un cours spécifique de « mathématiques forestières » (*Forstmathematik*) qui « doivent avoir pour objet l'application spécifique des mathématiques dans l'exploitation pratique des forêts. » [46]

L'organisation de la *Forstakademie* reste jusqu'au milieu du siècle calquée sur son modèle. Du point de vue des mathématiques, nous voyons dans les deux cas le rôle décisif joué par l'institutionnalisation et la politique scientifique. Avant la création de l'Académie

42. Preßler, Maximilian Robert, 1858 : « *Ein Wirth, der nicht mißt und rechnet, ist kein Wirth ; denn das Rechnen ist der Wirtschaft Seele, und die Zahl ihr letzter Beweis.* »

43. Nous n'étudierons pas en détail l'influence, notable, de l'Académie de Tharandt sur le développement des mathématiques forestières en Allemagne et en Europe, le sujet ayant déjà été partiellement traité : voir Brown, 1887, pp. 10-26 et Lowood, 1990, pp. 333-335.

44. Le programme complet est imprimé dans le livret de l'Académie pour l'année 1846, FJ, vol. 3, 1846, pp. 283-300.

45. FJ, vol. 3, 1846, p. 285 : « *Diejenigen Inländer aber, welche sich zum höheren Staatsforstdienst auszubilden beabsichtigen, haben durch Beibringung eines Maturitätszeugnisses von einem inländischen Gymnasium die Reife zu Universität darzuthun, wobei erforderlichen Falls eine Prüfung in den mathematischen Wissenschaften vorbehalten wird* ».

46. FJ, vol. 3, 1846, p. 296 : « *Die Forstmathematik soll die specielle Anwendung der Mathematik im praktischen Forstwesen zum Gegenstande haben.* »

forestière, les mathématiques sont employées dans l'exploitation des forêts uniquement par quelques individus. L'utilité même de la discipline n'est pas unanimement reconnue. Au milieu du XIXe siècle, les mathématiques forment le socle de la formation et sont la seule matière qu'il est indispensable de connaître pour intégrer l'Académie. Elles se sont imposées comme un outil privilégié de la rationalisation de l'exploitation des forêts. La création en Saxe d'une institution d'enseignement dédiée à cette question permet de transmettre ces connaissances et de donner un statut particulier aux mathématiques forestières. La question de la nécessité d'une littérature mathématique spécialisée, soulevée en 1770 par la *Neue Allgemeine Bibliothek*, trouve une réponse positive du fait de la multiplication des ouvrages et de l'apparition de chaires de mathématiques dans les instituts forestiers. En 1845, le professeur Preßler peut ainsi écrire qu'il « est incontestable qu'il puisse aussi y avoir des mathématiques forestières comme sciences auxiliaires. »[47]

Il existe cependant une différence essentielle avec la *Bergakademie* dans l'approche des mathématiques supérieures, et plus généralement de la formation supérieure. Jusqu'en 1846, cette dernière constitue une troisième année d'étude. À partir de la réforme, ce perfectionnement n'est plus assuré par l'Académie de Tharandt et les étudiants doivent aller terminer leurs études dans une université de leur choix[48]. Ce choix va à rebours de la politique scientifique saxonne où chaque institution est aussi autonome que possible. À l'échelle de l'espace germanophone, cette décision est cependant tout à fait classique puisque la majorité des académies minières et forestières sont liées à des universités et ne proposent que des enseignements de mathématiques élémentaires. L'histoire de l'Académie forestière de Tharandt montre l'influence de l'Académie des mines de Freiberg. Ces deux succès vont par la suite servir de modèle et légitimer l'introduction des mathématiques dans toutes les branches de l'enseignement technique supérieur. Après la *Forstakademie* de Tharandt, fondée en 1816, le gouvernement saxon entreprend au début des années 1820 de mettre en place de nouvelles institutions scientifiques et techniques.

47. Preßler, Maximilian Robert, 1845, p. 182 : « *daß es sonach auch eine Forstmathematik als Hülfswissenschaft geben kann, ist unstreitbar.* »

48. FJ, vol. 3, 1846, §11, p. 287.

3.2 La création à Dresde d'un Institut de formation technique

Écoles d'ingénieurs et écoles militaires en Saxe

Nous nous restreignons ici à l'étude de l'École polytechnique de Dresde, créée en 1828 sous le nom d'Institut de formation technique (*technische Bildungsanstalt*). Cela ne signifie pas que cette nouvelle institution est fondée sur un principe entièrement nouveau, comme les académies minières et forestières. Depuis le XVIII^e siècle, il existe en Saxe plusieurs écoles chargées de former des techniciens, des militaires et des ingénieurs. Mais ces tentatives sont peu coordonnées et restent sous la direction de corporations. Elles ne possèdent pas le caractère généraliste des instituts polytechniques qui apparaissent en Europe au XIX^e siècle.

Une Académie d'ingénieurs (*Ingenieur-Academie*) existe à Dresde depuis 1742 ; elle comprend un directeur et trois enseignants en mathématiques, dessin et architecture [49]. Cette structure est notamment chargée au XVIII^e siècle d'établir les relevés topographiques et d'élaborer les cartes de l'État saxon. August Gottlob Böhme (1719-1797) y enseigne les mathématiques de 1750 jusqu'à sa mort, et Johann Otto Damm (1766-1837) à partir de 1803 [50]. Un ouvrage publié par A.G. Böhme en 1793 est explicitement décrit comme tiré de « cours qui ont été donnés en l'an 1789 à l'Académie du Corps des ingénieurs de l'électorat de Saxe, où un certain nombre de jeunes gens sont instruits dans les sciences mathématiques et militaires » [51]. Ce manuel nous donne un aperçu des enseignements, en l'occurrence sur la géographie mathématique et l'arpentage, dispensés dans cet établissement. L'enseignant s'attache à présenter des connaissances pratiques, décrit en détail les méthodes de triangulation, les divers instruments et l'établissement des cartes. Le niveau reste cependant modeste puisqu'il exclut par exemple la moindre utilisation de la trigonométrie sphérique. Toute triangulation, même de grande envergure, doit alors se faire avec les règles de la trigonométrie plane, et Böhme se contente de donner des astuces de calcul ou de manipulation

49. Sur l'histoire du Corps d'ingénieurs de Dresde et sur l'Académie d'ingénieurs, voir par exemple Hansch, 1898.

50. Pour plus de détails sur les membres de cette institution, ainsi que sur la grande opération de cartographie du territoire saxon entre 1780 et 1825, que nous n'analyserons pas ici, voir l'étude historique du *Landesvermessungsamt* : Brunner, 2005. Certains mathématiciens actifs à l'Académie ou dans des activités d'arpentage ont néanmoins une notice biographique en annexe. Voir Hermann Bleyl (1814- ?) p. 493, A.G. Böhme p. 494, J.O. Damm p. 496, C.F. Heydler p. 503, plus tard enseignant à l'Académie forestière de Tharandt. L'histoire de la cartographie de la Saxe est complexe car des institutions rivales réalisent en parallèle des opérations souvent semblables. D'autres institutions effectuent des opérations d'arpentage qui n'ont pas comme but, ou du moins comme but principal, l'établissement de cartes, tel l'Institut chargé de l'arpentage des bois (*Forstvermessungsanstalt*) dans lequel travaille K.F. Schellig.

51. Böhme, 1793, introduction non paginée : « *Vorlesungen, die im Jahr 1789 in der Akademie des Churfurstl. Sächs. Ingenieur-Corps, worinne eine gewisse Anzahl junger Leute in den mathematischen und Kriegswissenschaften unterrichtet werden, von mir sind gehalten worden* ».

pour compenser les erreurs induites [52].

En 1767, dans le cadre des réformes qui suivent la guerre de Sept Ans, on adjoint à l'Académie d'ingénieurs une École d'artillerie (*Artillerie-Schule*) où les mathématiques sont utilisées dans l'art des fortifications et de la guerre. Bien que la formation dispensée soit clairement d'ordre militaire, le statut de ces deux institutions est complexe. Les étudiants formés sont avant tout des serviteurs de l'État absolutiste saxon, et s'occupent aussi bien de la construction en temps de paix que des opérations militaires en temps de guerre [53]. Étant donné la nécessaire polyvalence des ingénieurs, ces écoles enseignent donc des savoirs très divers en mathématiques pratiques : construction de guerre, fortification, géodésie théorique et pratique, cartographie, géographie, construction civile, mécanique, hydromécanique et théorie des machines [54]. Une seconde institution militaire propose en Saxe une formation qui inclut des mathématiques. Il s'agit du Corps des cadets de Dresde (*Cadettencorps*, parfois *Ritter-Akademie*), fondé en 1692, qui ne devient officiellement un établissement d'enseignement qu'en 1798. Il est chargé de former non seulement les futurs officiers d'infanterie et de cavalerie, mais aussi ceux qui aspirent à entrer à l'université pour devenir hauts fonctionnaires. Son premier professeur de mathématiques est Gottfried Wilhelm Leonhardi (1779- ?), qui y enseigne jusqu'en 1844 [55]. Cet ancien étudiant de l'université de Leipzig est l'auteur d'un cours de mathématiques pour militaires, en quatre volumes, qui connaît un grand succès en Saxe et dans l'Allemagne du Sud.

Ces établissements se caractérisent par une absence de spécialisation et par le fait que les enseignants sont uniquement des militaires, certes doués pour les mathématiques mais bien souvent autodidactes. Un autre facteur pousse à la création d'écoles et d'instituts strictement professionnels et sans lien avec l'armée. Ces académies forment en effet des ingénieurs militaires qui, en temps de paix, assurent un rôle d'ingénieur civil. Or cette ambivalence prive fréquemment l'État saxon de ses techniciens, comme pendant la guerre de Sept Ans ou durant les guerres napoléoniennes. Ce désagrément est d'autant plus grand que la position stratégique de la Saxe en Europe en fait un théâtre d'opérations militaires privilégié [56]. En période de guerre, les ingénieurs sont mobilisés pour la conduite des opérations et quasiment tous les ouvrages d'ingénierie, de cartographie et de construction sont stoppés pour des durées indéterminées. Les milieux marchands et industriels ont donc besoin d'une institution

52. Böhme, 1793, pp. 166-179, *Von Verbesserung der Winkel bey großen Triangeln.*

53. Voir Hänseroth, 1998, pp. 131-132.

54. Voir Hänseroth, 1998, p. 136.

55. Voir sa notice biographique p. 509. D'autres mathématiciens saxons enseignent dans cet institut, comme Franz Heinrich Backenberg et Johann Georg Lehmann (voir leur notices biographiques respectivement p. 492 et p. 507). Ces deux derniers sont aussi impliqués dans des opérations d'arpentage non coordonnées avec celles de l'Académie d'ingénieurs.

56. Du début de la première guerre de Silésie en 1740, jusqu'à la signature du traité de Vienne en 1815, la Saxe aura été impliquée dans cinq guerres (première et seconde guerres de Silésie, guerre de Sept Ans, guerres napoléoniennes) pour un total de 27 années.

autonome et spécialisée dans l'ingénierie civile. Des écoles artistiques existent également, puisque deux Académies d'arts visuels (*Akademie der bildenden Künste*) ont été créées, à Leipzig et à Dresde, à la fin de la guerre de Sept Ans. Mais ces institutions ne proposent pas de cours de mathématiques à proprement parler et se contentent de recruter des candidats qui ont déjà une formation théorique. En 1814, à la fin de la guerre, on adjoint à l'Académie de Dresde une École d'industrie (*Industrieschule*) qui va servir de base au futur Institut de formation technique.

3.2.1 La genèse complexe d'un institut technique : 1823-1828

> « Si nous brossons maintenant un tableau global de l'histoire du développement du programme d'enseignement, on ne peut nier que, dans un premier temps, la tendance purement pratique [*rein praktische Tendenz*] prévalait et que seule une petite place était accordée à la formation scientifique, aussi bien extensivement qu'intensivement ; le besoin immédiatement perceptible de l'activité professionnelle devait être satisfait » [57].
>
> J.A. Hülße, mathématicien et directeur de l'École polytechnique
> *Die Königliche polytechnische Schule zu Dresden*, 1853.

La genèse de l'Institut de formation technique de Dresde est un processus complexe, qui implique une multitude d'acteurs et s'étend sur plusieurs années. Contrairement à l'Académie des mines de Freiberg, sa création n'est pas le fait d'une politique scientifique coordonnée et est menée à bien en partie contre l'avis du roi de Saxe comme le révèlent les archives. La multiplicité des institutions existantes et les intérêts contradictoires des acteurs permettent néanmoins de tirer plusieurs conclusions. La première est que la préoccupation proprement scientifique, c'est-à-dire l'idée d'un établissement dans lequel les sciences de l'ingénieur reposent sur une solide formation en mathématiques théoriques, est complètement absente aussi bien pendant sa genèse que durant les premières années de son existence. De plus, nous pourrons donner une plus juste place aux mathématiciens impliqués dans la création de l'Institut en montrant que, bien que leur discipline soit finalement peu représentée parmi les enseignements au moment de l'ouverture en 1828, ils sont à l'origine de nombreux mémoires, plans et comptes rendus tout au long du processus de création.

57. Hülße, 1853, p. 10 : « *Werfen wir noch einen allgemeinen Überblick auf die Entwicklungsgeschichte des Unterrichtsplanes, so ist nicht zu verkennen, dass anfänglich die rein praktische Tendenz vorherrschte und der wissenschaftlichen Ausbildung sowohl extensiv als intensiv nur ein kleiner Raum gegönnt war ; es sollte das unmittelbar vorliegende Bedürfniss des Gewerblebens befriedigt werden* ».

Interrogations sur la nécessité d'un institut technique supérieur

Il est nécessaire de faire le lien entre la genèse de l'Institut de Dresde et la volonté générale de l'État d'encourager l'industrie saxonne. La première évocation d'un « institut polytechnique » saxon remonte à février 1823 ; elle se trouve dans les archives consacrées à la préparation d'une exposition industrielle en Saxe. Il s'agit d'une lettre du roi « concernant un institut polytechnique » adressée à la *Députation de l'agriculture, de l'économie, de la manufacture et du commerce* (*Landes-, Ökonomie-, Manufaktur- und Kommerzien-Deputation*, dans la suite du texte LOMK [58]). Le souverain y explique avoir envoyé Wilhelm Ernst August von Schlieben (1781-1839) pour « un voyage scientifique entrepris l'été dernier dans le sud de l'Allemagne, entre autre consacré aux Instituts polytechniques de Vienne, Prague et Munich » [59]. Il annonce joindre à sa lettre un plan, et demande un compte rendu sur celui-ci [60]. Von Schlieben, militaire de formation, a commencé sa carrière comme enseignant de mathématiques dans le Corps des cadets de Dresde. Depuis 1815, il dirige l'Institut d'arpentage et réalise diverses missions à l'étranger pour le compte du royaume de Saxe [61].

Le compte rendu est dans un premier temps évalué négativement par la LOMK, qui considère que les institutions existantes suffisent pour les besoins de l'État saxon et que « la création d'un institut professionnel général, auquel serait associée une collection [d'instruments] polytechnique, n'est pas pour le moment nécessaire » [62]. Au lieu de cela, il est décidé de reprendre l'idée, évoquée pour la première fois en 1809, de créer une exposition industrielle saxonne. La première mesure concrète en ce sens est l'envoi d'un observateur pour étudier la sixième exposition nationale de l'industrie qui a lieu à Paris en 1823 [63]. L'idée d'un institut polytechnique est donc abordée sous l'angle du développement industriel, et le terme « polytechnique » ne doit pas prêter à confusion. L'École polytechnique de Paris

58. La LOMK est une commission fondée en 1709 pour promouvoir le commerce en Saxe. Elle voit ses pouvoirs et sa compétence considérablement étendus en 1764 et devient l'un des principaux instruments de la politique économique saxonne durant le *Rétablissement*. Elle est composée d'une dizaine de membres qui reflètent les composantes politiques et économiques de l'État, et ses compétences englobent tous les sujets en rapport avec l'économie et le commerce, y compris lorsqu'ils concernent l'enseignement secondaire ou supérieur. Il s'agit d'une instance de conseil qui ne possède aucun pouvoir décisionnel.

59. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 652, lettre du 6 février 1823, p. 74v : « *im vorigen Sommer in das südliche Teutschland in staatswirtschaftlicher Hinsicht unternommen wissenschaftliche Reise, unter anderen über die polytechnischen Anstalten zu Wien, Prag und München* ».

60. Le plan s'intitule *Die Errichtung einer polytechnischen Anstalt betreffend*, est daté du 1er février 1823. Il ne se trouve pas dans cette acte, qui renvoie à un autre dossier : Loc IX. No : 1994., pp. 74-84.

61. Voir sa notice biographique p. 519.

62. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 652, p. 85r : « *die Errichtung einer allgemeinen gewerblichen Lehranstalt, und damit zu verbindenden polytechnischen Sammlung zur Zeit nicht nothwendig sey* ».

63. Sur les expositions industrielles en Saxe, voir Kiesewetter, 2007, pp. 518-523. Il semble que dans un premier temps, c'est-à-dire avant le milieu du XIXe siècle, ces expositions n'aient eu qu'un modeste succès. Elles sont du moins jugées par de nombreux observateurs incapables de contribuer au développement industriel. On peut y voir un argument supplémentaire en faveur d'une institutionnalisation plus poussée de la formation, et donc du projet d'un Institut de formation technique.

n'est jamais prise comme modèle et la seule institution française citée dans les premières années est le Conservatoire national des arts et métiers, très impliqué dans l'organisation de ces expositions industrielles. Le projet est relancé en 1824 lorsque l'*Intercessionalibus generalibus*[64], qui représente les villes et la noblesse saxonnes, contacte le roi pour demander la création d'une structure d'enseignement. Dans cette institution, les sciences occuperaient une place de premier plan :

> « Les bases et les sciences préparatoires pour tous ces métiers comprendraient sans aucun doute les mathématiques pratiques [*practische Mathematik*] en lien avec le dessin, la physique et la chimie, toujours du point de vue des utilisations pratiques. On pourrait alors, à l'aide de ces sciences auxiliaires et préparatoires, former les individus qui veulent produire quelque chose d'excellent dans leur métier. »[65]

Le lien étroit entre la science et l'industrie est ici souligné, mais il ne s'agit pas d'une science théorique : la lettre précise bien que les mathématiques doivent être « pratiques » dans leurs méthodes et dans leurs buts. L'objectif de l'institution proposée n'est pas de donner une formation initiale ambitieuse, du point de vue scientifique, à de futurs ingénieurs. Le projet envisage une formation continue, pour des artisans ou industriels déjà établis, afin d'améliorer les manufactures et le matériel présents en Saxe. Les références, une fois de plus, sont les établissements techniques de Vienne et de Prague. Au sein de l'*Intercessionalibus generalibus*, il existe cependant une divergence entre la noblesse, qui demande un nouvel institut, et les villes, qui jugent le projet trop coûteux et se contentent de proposer un aménagement des institutions existantes. Le projet s'oriente progressivement vers l'élévation au rang d'instituts techniques des Académies des arts de Dresde et de Leipzig. Depuis 1814, l'Académie de Dresde possède une École de construction et d'industrie dans laquelle divers enseignants et assistants assurent des cours de mathématiques.

Comme on peut le voir sur la figure 17, son orientation est essentiellement pratique. Cette École dispense une formation solide en dessin technique, qui est enseigné près d'une vingtaine d'heures par semaine, mais les mathématiques pures élémentaires sont bien moins représentées, et une seule heure est consacrée aux mathématiques supérieures. Afin d'assurer le succès et la fréquentation du futur institut, on propose d'instaurer en Saxe un examen obligatoire pour pouvoir exercer les métiers d'artisans. Contacté sur ces sujets, le directeur

64. Il s'agit d'une assemblée semblable aux États généraux, à la dimension de la province saxonne, parfois nommée *Ständeversammlung*. Elle est formellement dissoute en 1831, mais constitue dans les faits la première chambre du nouveau parlement.

65. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, pp. 4r-4v : « *Die Grundlage und Vorbereitungswissenschaften zu allen jenen mannichfaltigen Gewerbe würden ohne Zweifel practische Mathematik verbunden mit Zeichenkunst, Physik und Chemie immer aus dem Gesichtspunct practischen Anwendungen genommen seyn. Nun durch diese Hülfs- und Vorbereitungswissenschaften möchten Personnen, welche in ihren Gewerben etwas Ausgezeichnetes leisten wollen, zu bilden seyn.* »

de l'Académie des arts de Dresde, le comte Heinrich Vitzthum von Eckstädt (1770-1837), désigne deux de ses professeurs pour étudier la question : l'architecte Carl August Benjamin Siegel et le mathématicien Gotthelf August Fischer (1763-1832). Ce dernier est un ancien militaire et étudiant de l'École d'artillerie qui enseigne en outre les mathématiques pour le Corps des cadets de Dresde [66].

Enseignant	Titre du cours	Jour	Nombre d'heures
Thieme	Dessin architectonique	Lundi	5
Wagner	Construction hydraulique	Lundi	1
Fischer	Géométrie	Mardi	1
Fischer	Analyse supérieure	Mardi	1
Jenterich	Perspective	Mardi	2
Thieme	Dessin architectonique	Mercredi	2
Fischer	Cours d'arithmétique	Jeudi	1
Fischer	Géométrie	Jeudi	1
Siegel	Cours d'architectonique	Jeudi	2
Fischer	Géométrie constructive	Jeudi	2
Siegel	Cours d'architectonique	Vendredi	2
Jenterich	Perspective	Vendredi	2
Fischer	Cours de géométrie	Samedi	1
Fischer	Trigonométrie, dynamique, etc.	Samedi	1
Thieme	Dessin architectonique	Samedi	2

Figure 17 – Enseignements en mathématiques et sciences auxiliaires à l'École de construction et d'industrie de Dresde (1824-25, données obtenues à partir de Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, p. 22v).

Dans son rapport, il prend soin de souligner l'importance des sciences mathématiques dans une école de construction et d'industrie, car ces arts nécessitent « un choix convenable de ces sciences, qui se rapportent principalement : 1. aux quantités, 2. à l'espace et 3. au mouvement des corps, sans compter l'optique, la perspective et la physique, qui ne sont cependant pas comprises dans ce plan. » [67] Le programme qu'il propose englobe les mathématiques élémentaires et diverses parties des mathématiques appliquées ; outre les matières déjà représentées à l'École d'industrie, il demande d'ajouter des cours de mécanique, hydraulique

66. Voir sa notice biographique p. 498.

67. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, pp. 66r-66v : « *eine zweckmäßige Auswahl dieser Wissenschaften, die sich Hauptsächlich : 1., Auf Menge 2., Auf Raum und 3., Auf Bewegung der Körper beziehen, ohne der Optik, Perspectiv und Physik zu gedenken, welche jedoch außer dieser Lehrplan liegen.* »

et théorie des machines. La géométrie supérieure y serait brièvement abordée dans le cadre de l'étude des coniques (chaînette, cycloïde et épicycloïde), puisque ces connaissances sont directement utilisables dans la description des machines ou pour l'architecture. La réponse finale de von Eckstädt prend la forme d'un courrier adressé aux conseillers du roi dans lequel il fait un tour d'horizon critique des instituts actifs en Europe et de leur influence sur le développement de l'artisanat et de l'industrie :

> « Les plus importants parmi ceux qui existent déjà dans différents pays, comme celui de Paris (j'entends par là le Conservatoire des arts et métiers, et non pas l'École polytechnique, cette dernière étant une école purement militaire), Vienne, Prague, etc., n'ont en aucun cas comme but une influence directe sur les artisans proprement dits ou sur les travailleurs subalternes dans les usines ou les manufactures : ils cherchent bien plus une diffusion plus générale des connaissances scientifiques, et la capacité d'appliquer celles-ci aux sciences agricoles, forestières, au commerce, à l'exploitation des mines et à tous les types de métiers »[68].

Von Eckstädt constate ici un décalage entre le but du projet, qui est de développer immédiatement l'activité économique en Saxe, et les moyens envisagés. Selon lui, et il fonde son raisonnement sur des voyages - notamment à Prague - et de nombreuses lectures, les instituts polytechniques servent plutôt à répandre la culture scientifique et, par là même, à favoriser l'innovation technologique. Il affirme que de tels instituts sont dispendieux, et donne en exemple celui de Prague dont la création a coûté 90 000 talers et l'entretien et les salaires exigent chaque année 10 000 talers supplémentaires[69]. Von Eckstädt souligne de plus que l'on ne pourrait se contenter de récupérer les professeurs en postes dans d'autres établissements. Prenant l'exemple des mathématiques, il explique que si l'on voulait créer un institut polytechnique, « un enseignant de mathématiques ne serait soit pas suffisant, soit devrait au minimum être assigné uniquement à cet institut, car le professeur de mathématiques actuellement affecté à l'École de construction, Fischer, est employé en même temps pour le même office par le Corps des cadets, et ne touche de la part de l'Académie qu'une solde de 430 talers »[70]. Il propose plutôt de développer les écoles du dimanche, les écoles d'industrie

---

68. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, p. 5r : « *Die wichtigere der in verschiedenen Ländern bereits bestehenden, wie die zu Paris (hier nämlich das Conservatoire des arts et métiers meinend, und nicht die École polytechnique, welche letztern eine rein militairische Bildungsschule ist.) Wien, Prag, u.s.w. haben keineswegs eine unmittelbare Einwirkung auf eigentliche Handwerder oder auf die untergeordneten Arbeiter in Fabriken und Manufakturen zum Zweck : sie beabsichtigen vielmehr, über eine allgemeinere Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse, und der Fähigkeit, solche auf Land- und Forstwissenschaft, Bergbau, Handel und alle Arten der Gewerbe practisch anzuwenden* ».

69. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, p. 15r.

70. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, p. 12r : « *Ein Lehrer der mathematischen Wissenschaften entweder gar nicht ausreiche, oder wenigstens ein solche ausschlüßich für dieses Institut bestellt werden müsse, da der gegenwärtig der Bauschule zugeordnete Professor der Mathematik, Fischer, zugleich in dieser Eigenschaft dem adeligen Cadetten Corps angestellt und von Seiten der Akademie nur mit 430 Thlr besoldet ist* ».

et de créer une école professionnelle sur le mode de celles qui existent à Berlin ou à Paris [71]. ll termine sa lettre en se prononçant contre la création d'un institut polytechnique qu'il juge inutile. Un dernier argument va clore le débat : l'économie de la Saxe repose principalement sur l'exploitation des mines et des forêts pour laquelle elle possède déjà deux académies florissantes. En ce sens, la spécialisation précoce et efficace, que la Saxe a entamée après la catastrophe de la guerre de Sept Ans, la met à présent à contre-courant des institutions techniques généralistes qui sont en train de se créer dans d'autres pays d'Europe.

Toutes ces études préliminaires se concrétisent en 1826 par la fondation, non pas d'un institut ou d'une école, mais d'une galerie d'exposition. Celle-ci est en accès libre et a pour but de « donner aux artisans mécaniciens et aux ouvriers une opportunité [de découvrir] ce qui a récemment été inventé de beau et d'utile dans leurs domaines, et particulièrement à l'étranger » [72]. Peu après, le roi annonce qu'il refuse d'accorder les 6 000 talers nécessaires pour construire un nouvel institut, et le projet est abandonné. L'objectif premier, qui est d'encourager directement l'industrie et l'économie existantes, est alors considéré par le gouvernement comme incompatible avec l'idée de diffuser une éducation scientifique et technique de haut niveau.

L'ambitieux projet de F.G. Haan en 1826

Toujours en 1826, et de manière totalement indépendante [73], le mathématicien et artisan Friedrich Gottlob Haan (1771-1827) envoie à la LOMK un long courrier *Sur la*

71. Il fait nommément allusion (Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, pp. 18r-18v) au baron et mathématicien français Charles Dupin (1784-1873), en se référant au conservatoire que celui-ci aurait ouvert en 1814. Si Dupin a bien enseigné au Conservatoire national des arts et métiers, il ne l'a pas créé et n'y enseigne qu'à partir de 1819. Il est tout de même une référence importante puisque plusieurs des plans proposés durant la genèse de l'Institut de formation technique nomment l'un de ses manuels comme support de cours possible : *Geometrie und Mechanik der Künste und Handwerke und der schönen Kunste* (Paris et Strasbourg, Levrault, 1825-26). Les Instituts polytechniques de Vienne, Prague et Munich sont décrits en détail dans les annexes de la lettre de von Eckstädt, pp. 25r-31r.

72. L'annonce datée du 23 mars 1826 se trouve dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, pp. 96v-101r : « *mechanischen Künstlern und Handwerkern eine Gelegenheit zu verschaffen* [...] *was in ihrem Fache in der neuern Zeit Schönes und Nützliches, besonders im Auslande erfunden wird* ».

73. Les contributions spontanées aux projets de réformes sont à cette époque monnaie courante. Elles concernent généralement l'enseignement secondaire, mais parfois également les instituts de construction ou les instituts techniques. Pour l'Institut de formation technique de Dresde, nous avons trouvé une autre contribution spontanée. Elle date du 27 octobre 1827, c'est-à-dire à une époque où la forme définitive de l'établissement est déjà arrêtée, mais avant que le projet ne soit rendu public. Elle vient de Freiberg - le nom de l'auteur n'est pas déchiffrable - et s'intitule *Sur la création d'une école professionnelle technique en Saxe* (*Über die Errichtung einer technischen Gewerbeschule in Sachsen*). Elle propose la création d'un « institut polytechnique » sur le modèle des instituts étrangers. L'originalité de ce plan est de proposer de situer cet institut à Chemnitz, là « où se trouvent les manufactures les plus nombreuses et les plus importantes » de l'État. Le plan complet de cet institut, d'un coût estimé par son auteur à 8 500 talers par an, se trouve dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 063, pp. 45r-52v.

fondation et l'organisation d'un institut polytechnique dans le royaume de Saxe, sous la forme d'un établissement d'enseignement pour ceux qui se destinent au commerce et à l'industrie et veulent pour cela obtenir une formation scientifique[74]. Haan a étudié la théologie à l'université de Wittenberg, où il a obtenu le grade de docteur. Après avoir été *Mathematicus* dans une école secondaire de Dresde, il devient artisan et fabrique des globes terrestres qui rencontrent un franc succès, tout en enseignant en parallèle les mathématiques à l'Académie de médecine[75]. Membre honoraire de la Société économique de Leipzig, il est impliqué dans plusieurs réformes de l'enseignement scientifique en Saxe, fournissant également des plans pour un établissement d'enseignement secondaire et pour une école préparatoire à l'Académie de médecine.

L'auteur commence par constater le rapide progrès des mathématiques et des sciences empiriques, la difficulté de les maîtriser et d'y exceller, ce qui « exige une préparation plus scientifique, une formation plus élevée et plus générale »[76]. Celle-ci n'est selon lui pas délivrée dans les écoles classiques, ni même à l'université, et ne doit d'ailleurs pas l'être. Bien qu'il ait personnellement reçu une éducation universitaire traditionnelle avant de fonder une fabrique, Haan souligne à plusieurs reprises les différences entre le savant et l'artisan technicien : « il faut donc que cet institut soit et devienne pour les professions commerciales [*Geschäftsstand*], ce que les plus hautes classes des écoles classiques, ce que les académies sont pour les professions savantes [*Gelehrtenstand*]. »[77] Il propose un institut divisé en deux sections : la première, la section commerciale, durerait deux ans et ne contiendrait pas de mathématiques. La seconde serait la section technique, composée d'une année préparatoire et de deux ans de formation. L'année préparatoire compte 42 heures d'enseignement hebdomadaires, où les mathématiques représentent 12 heures, la physique 10 et le dessin technique 10 également. Les deuxième et troisième années comportent toujours 6 heures de mathématiques auxquelles s'ajoutent un nombre très important de cours de dessin, de mécanique, de théorie des machines et de géométrie pratique. Voici comment Haan décrit les cours de mathématiques des deuxième et troisième années :

> « Ce cours suppose acquis lors des cours précédents la connaissance des mathématiques élémentaires, des fractions décimales, de la théorie des proportions comme de la planimétrie - au moins jusqu'aux figures semblables. Il com-

74. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, lettre du 6 décembre 1826, pp. 131r-159r : *Über die Begründung und Einrichtung eines Polytechnischen Instituts im Königreich Sachsen, als eine Unterrichtsanstalt für diejenigen, die sich dem Handel und den Gewerbe widmen und dazu eine wissenschaftliche Vorbereitung erlangen wollen.*

75. Voir sa notice biographique p. 500.

76. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, p. 131v : « *eine mehr wissenschaftliche Vorbereitung, eine höhere und allgemeine Bildung fordert* ».

77. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, p. 135v : « *Es soll also diese Anstalt dem Geschäftsstande sein und werden, was dem Gelehrtenstande die höheren Classen eines Gymnasii, was diesem Academien sind.* »

prend ici l'ALGÈBRE, la théorie des logarithmes et des équations, la suite de la présentation de la géométrie et de la stéréométrie, l'analyse des quantités finies, la géométrie supérieure, ainsi que le calcul différentiel et intégral, présenté comme il est nécessaire pour l'exposé analytique de la mécanique.

Les parties de cette science doivent du reste être traitées de préférence en considération de leur utilisation dans les matières de mathématiques pratiques de la section technique.

Pour la proposition de programme, on a certes conseillé deux heures par jour pour ces enseignements ; il faudrait cependant nécessairement en ajouter une *troisième*, ou du moins une heure de RÉPÉTITION, afin que les auditeurs comprennent correctement les enseignements difficiles et en obtiennent une connaissance claire. »[78]

Haan appuie sa proposition en mentionnant les nombreux instituts techniques qui existent à Vienne, Nuremberg, Magdeburg, Berlin, Brême, Erfurt, Gotha, Prague et Altenburg. Il possède une vision très centralisée et surtout très ambitieuse de l'enseignement technique supérieur. Il ne s'agit pas seulement d'un institut de formation pour techniciens, puisque l'enseignement revêt pour lui un caractère proprement scientifique du fait de l'inclusion des mathématiques supérieures. Les mathématiques forment l'épine dorsale de l'enseignement, si bien qu'il suggère de veiller à ce que les élèves sélectionnés soient recommandés par les directeurs d'établissements secondaires et possèdent les connaissances requises nécessaires.

Afin de favoriser l'économie saxonne, Haan propose qu'une usine soit construite à côté de l'école, et que les « enseignants de l'institut forment également une administration technique spécialisée et doivent donner des comptes rendus sur tous les sujets techniques, sur lesquels les hautes administrations ont besoin d'explications »[79]. Il propose un seul institut, qui pour lui doit naturellement être dans la capitale de l'État, à Dresde. Son plan a été largement diffusé puisque von Eckstädt y fait notamment référence, mais n'est jamais sérieusement considéré. La raison est sans doute que le projet, non chiffré, aurait supposé

78. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, pp. 141r-142r : « *Dieser Vortrag setzt die Kenntniß der Elementarmathematik, die Decimal-Brüche, die Lehre von den Proportionen sowie die Planimetrie wenigstens bis zu der Aehnlichkeit der Figuren aus den früheren Unterricht voraus, und begreift hier die* ALGEBRA*, die Lehre von den Logarithmen und den Gleichungen, weitern Ausführung der Geometrie, der Stereometrie, die Analysis endlichen Größen, die höhere Geometrie, die Differential- und Integralrechnung somit ausgeführt als es zum analytischen Vortrage der Mechanik u.s.w nöthig ist. Überhaupt werden die Theile dieser Wissenschaft vorzüglich mit Berücksichtigung ihrer Anwendung auf die praktisch mathematischen Fächer der technischen Abtheilung behandelt. Zur Lectionsentwurf sind diesem Gegenstand zwar aus 2 Stunden täglich zugetheilt worden ; es dürfte aber nothwendig werden, eine* 3te *oder wenigstens eine* REPETITIONS*stunde beyzufügen, damit die Zuhörer die schwierige Lehren richtig auffaßen und deutliche Erkenntniß erlangen.* » Les petites capitales et le soulignage sont de Haan.

79. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, p. 144v : « *die Lehrer des Instituts zugleich eine technische Kunstbehörde bilden und Gutachten über alle technische Gegenstände, worüber die Höhern Behörden Erläuterungen bedürfen, geben sollen* ».

un investissement élevé. Haan demande de recruter quatorze enseignants, de construire une usine-atelier et d'acquérir une collection complète d'instruments techniques. La réponse de la LOMK le remercie poliment mais ne donne aucune suite à son projet [80].

La création d'un modeste Institut de formation technique

Alors même que la création d'un institut polytechnique en Saxe semble abandonnée, un nouveau plan est proposé par la Société économique de Saxe en 1827. Il fait rapidement l'unanimité et permet finalement une ouverture dès l'année suivante. Le 6 juillet 1827, la société fait parvenir à la LOMK une lettre accompagnée d'un plan d'institut technique, d'un programme d'enseignement et d'un budget [81]. Ce projet a été débattu pendant l'assemblée générale de la Société et la Députation est mise devant le fait accompli. De fait, si l'on excepte quelques modifications mineures, il s'agit précisément du plan du futur Institut de formation technique de Dresde. La lettre commence par le constat des échecs précédents ; selon la Société économique de Saxe, on a jusque-là « trop voulu, dans la conception de l'établissement à ériger, faire les choses en grand » [82]. Par comparaison avec les 6 000 talers demandés précédemment, ce projet ne nécessite que 625 talers annuels hors frais matériels. Le local sera fourni par Rudolf Sigismund Blochmann (1784-1871), ingénieur et technicien saxon, qui se propose également d'assurer toute la partie pratique de la formation [83].

Toujours afin de réduire les coûts, mais également pour tenir compte des observations faites par von Eckstädt, deux sections sont prévues. La première contient des enseignements théoriques (2 jours par semaine) et pratiques (3 jours par semaine), tandis que la seconde section ne contient que la partie théorique. La durée du cursus est de quatre années dans le premier cas et de deux dans le second. Le programme des enseignements en mathématiques, peu détaillé, est le suivant :

- Algèbre (première année, 2 heures hebdomadaires)
- Géométrie et algèbre (deuxième année, 2 heures hebdomadaires)
- Trigonométrie et géométrie supérieure (troisième année, 1 heure hebdomadaire)
- Calcul différentiel et intégral (troisième année, 1 heure hebdomadaire)
- Dynamique et théorie des machines (quatrième année, 2 heures hebdomadaires) [84]

80. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, p. 160r.

81. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062. La lettre se trouve pp. 32r-41v, les annexes pp. 42r-52v.

82. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, p. 32r : « *man bei Entwurfung der deshalb zu errichtenden Anstalten zu sehr ins Große ging* ».

83. Il s'agit du frère aîné de K.J. Blochmann, pédagogue notamment à l'origine d'une des premières écoles professionnelles du royaume, fondée en 1824 (voir p. 367). Le local n'est pas donné mais mis à disposition contre un loyer jusqu'à remboursement du prix d'achat.

84. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, *Lehr-Plan*.

Ce plan est remarquablement peu coûteux puisque par exemple seuls 53 talers sont consacrés aux mathématiques [85]. La raison principale est que les matières théoriques occupent une place faible, et qu'il n'y a donc pas besoin de recruter de nouveaux enseignants. Il est possible de se contenter de ceux qui sont déjà en activité dans les autres institutions de la capitale. Ainsi, le programme de mathématiques est très proche de celui déjà existant à l'École de construction et d'industrie, où G.A. Fischer est alors enseignant (voir figure 17, p. 275). Les cours ont toujours lieu dans les locaux de l'École, sous la direction pédagogique de l'Académie des arts. Le niveau est bien inférieur au projet de Haan qui proposait entre deux et trois heures de mathématiques par jour puisque ce dernier plan ne prévoit que deux heures par semaine. Outre les mathématiques, on trouve principalement des cours de dessin, de comptabilité, de physique, de chimie et de technologie.

Le projet est accepté par le gouvernement et Wilhelm Gotthelf Lohrmann (1796-1840) est contacté pour prendre la direction de l'Institut. Ancien élève de l'École de construction, mathématicien et cartographe, il travaille à l'Institut d'arpentage et de taxation de Dresde [86]. Dans sa réponse, où il accepte la place de directeur, il parle encore de l'établissement comme d'un « institut polytechnique » et non pas d'un simple Institut de formation technique, ce qui montre bien que les contours du projet sont flous [87]. Le plan proposé par la Société économique du royaume de Saxe ne correspond en rien à un véritable institut polytechnique comme ceux de Vienne ou de Prague, dont le budget se chiffre ordinairement en dizaines de milliers de talers, et n'est finalement qu'une modeste transformation de l'ancienne École d'industrie [88]. Lohrmann commence alors une série de voyages : il se rend à Berlin pour observer les instituts techniques prussiens, puis à Chemnitz, la ville où se concentre l'essentiel de l'industrie saxonne naissante. Dans son compte rendu sur l'industrie de Chemnitz, il décide d'« aborder en quelques mots l'Institut de formation à ériger en Saxe ». Le but qu'il fixe montre bien l'envergure modeste du projet, ainsi que la motivation économique à l'origine de sa création :

> « La formation de 10 élèves [par an] à la mécanique pratique avec, en même temps, un enseignement scientifique, est tout à fait conforme aux besoins du pays. Presque toutes les meilleures machines qui sont nécessaires au fonctionnement des différentes usines et manufactures de Saxe sont jusqu'à maintenant fabriquées

85. Dans ce plan, les cours de mathématiques ne sont pas assurés par un professeur qui serait attaché à l'institution, mais sont seulement payés à raison de 16 groschen de l'heure, soit pour 80 heures annuelles un total de 53 talers et 8 groschen.

86. Voir sa notice biographique p. 509.

87. L'ordonnance de création, signée par le roi, se trouve dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, pp. 62r-63v, tandis que la lettre de W.G. Lohrmann se trouve pp. 73r-74r.

88. L'École d'industrie est en effet absorbée par le nouvel Institut de formation technique. Von Eckstädt écrit d'ailleurs pour se plaindre de cela au roi, mais son avis n'est pas écouté (Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, pp. 120v-130r).

seulement à l'étranger » [89].

À la fin de l'année 1827, quelques mois avant l'ouverture de l'Institut, des modifications vont être apportées au contenu du programme. Le directeur Lohrmann demande tout d'abord d'abaisser encore le niveau de l'enseignement théorique par rapport au plan précédemment accepté. Il suggère un enseignement qui soit proprement d'un niveau secondaire : « il serait bon que le cours de mathématiques commence avec le calcul numérique, car on peut vraiment douter qu'ils [les élèves] se soient vraiment appropriés le calcul numérique » [90]. La modification du programme est acceptée. Ensuite, le gouvernement demande à ce que les étudiants de la deuxième section (théorique) puissent acquérir des savoirs pratiques. Un système de stages d'apprentissage dans des ateliers de la ville se met alors en place [91]. Enfin, une troisième section est ajoutée : il s'agit d'un cursus d'un an principalement consacré au dessin technique, à la géométrie constructive et à la réalisation de modèles. Elle joue le rôle d'une formation continue pour des artisans déjà en activité, inspirée par les écoles du dimanche.

Les multiples hésitations autour du projet d'une institution d'enseignement technique supérieur sont loin d'être spécifiques à la Saxe et se retrouvent par exemple en Prusse. Il y existe aussi une multitude confuse d'établissements dédiés à l'encouragement de l'industrie, du commerce et de la construction, dans lesquels les mathématiques occupent une place secondaire [92]. En Prusse également, le projet d'une école polytechnique fait l'objet à la même période de discussions animées. La première initiative dans ce domaine revient, en 1817, à Johann Georg Tralles (1763-1822), professeur de mathématiques à l'université de Berlin. Celui-ci cherche comme en Saxe à remplacer l'École d'architecture de Berlin par un collège technico-mathématique, mais cette « première approche pour établir un institut polytechnique en réformant une institution existante échoua » [93]. Une autre tentative en 1823 se place dans le cadre des négociations pour recruter Gauß à Berlin ; elle se solde également par un échec, tout comme le projet de A. von Humboldt en 1828 [94]. Si l'on a

89. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 062, p. 100v : « *Ich wage est nun mit einigen Worten die im Sachsen zu errichtende Bildungsanstalt zu berühren* » et « *die Bildung von 10 Zöglingen zu practischen Mechanikern bei gleichzeitigem wissenschaftlichen Unterricht, dem Bedürfnis des Landes ganz entsprechend. Fast alle bessere Maschinen, die zur Betreibung der verschiedenen Fabriken und Manufakturen Sachens nöthig sind, würden bisher nur im Auslande gefertigt* ».

90. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15062, p. 191v : « *Möchte der Unterricht in der Mathematik wohl mit der Zahlenrechnung beginnen* [...] *doch sehr zu zweifeln ist, ob sie sich die Zahlenrechnung ganz eigen gemacht haben* ». Voir la réponse dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15063, pp. 31r-32r.

91. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15063, pp. 7r-8v.

92. Sur la place des mathématiques dans ces institutions, voir en particulier Knobloch, 1998, pp. 524-531.

93. Schubring, 1981, p. 167 (notre traduction).

94. Schubring, 1981, pp. 170-174. Dans les décennies suivantes, deux autres essais - notamment un projet de séminaire de formation d'enseignants en mathématiques - auront aussi peu de succès alors qu'ils

dans les deux États une genèse difficile, la situation prussienne est cependant différente puisque le projet ne sera jamais réalisé. Les tentatives successives achoppent sur le rôle de l'institution dans la formation des enseignants du secondaire en mathématiques et sur les rapports avec les écoles spécialisées déjà existantes. Ces problèmes ne se posent pas en Saxe car le plan adopté en 1827 est beaucoup plus modeste. L'aspect financier est également important puisque le coût des propositions d'instituts à Berlin est de l'ordre de 20 000 talers annuels [95], une somme dix fois supérieure au budget de l'Institut de formation technique de Dresde lors de son ouverture en 1828. Nous pensons qu'aucune école polytechnique n'a pu être créée à Berlin car on a proposé d'emblée des plans trop ambitieux, un trop haut niveau de mathématiques pures qu'aucun des ministères prussiens de la guerre, de l'intérieur ou du commerce n'a vu l'intérêt de financer. Des difficultés similaires lors de la création d'écoles ou d'instituts polytechniques se retrouvent dans plusieurs États allemands et témoignent, selon P. Lundgreen, de « l'antagonisme entre la formation de techniciens fonctionnaires de l'État et celle de techniciens de l'économie privée » [96]. On peut remarquer ce tiraillement dans les premiers projets saxons, mais la dernière mouture proposée en 1827 tranche clairement le débat en faveur des seconds. Paradoxalement, c'est donc la modestie du projet saxon et son caractère strictement utilitaire qui semblent avoir su convaincre le gouvernement et permis sa concrétisation.

En Saxe, le processus politique de création d'un institut, dans un premier temps polytechnique, finalement baptisé *Institut de formation technique* (*technische Bildungsanstalt*) montre que l'État ne cherche pas à créer une école scientifique. Rétrospectivement, il est tentant de voir dans la seconde section théorique de l'établissement une branche « dédiée à l'instruction des élèves qui, en tant que futurs manufacturiers, artistes et industriels ou bien comme enseignants ou fonctionnaires, avaient besoin d'une formation purement scientifique » [97]. Mais lors de l'ouverture en 1828, cette branche contient exactement aussi peu d'enseignements théoriques, notamment mathématiques, que la première section. La première année, les cours sont même communs, assurés par les mêmes enseignants et donc seulement deux jours par semaine. La section ne s'adresse pas du tout aux futurs enseignants et fonctionnaires mais spécifiquement aux artisans, qui ont parfois même déjà un métier et utilisent cet Institut pour leur formation continue. Le plan de 1827 est catégorique sur ce point : la seconde section propose un « enseignement théorique complet pour les futurs fabricants, artistes, et tous ceux dont le métier exige une connaissance exacte des sciences

---

sont soutenus par des mathématiciens influents comme A.L. Crelle et C.G.J. Jacobi.

95. Schubring, 1981, p. 179.

96. Lundgreen, 1984, p. 305 (notre traduction).

97. Voss, 2005, p. 27, décrit ainsi le rôle de cette seconde section lors de sa création en 1828 (notre traduction). Or cette phrase est tirée du programme édité en 1836, après que des réformes de l'Institut aient complètement changé son organisation et considérablement amélioré l'enseignement des mathématiques.

à la base de toute industrie » [98]. L'aspect « théorique » n'est alors pas à proprement parler « scientifique » ; il vise simplement à satisfaire les exigences de la pratique des activités artisanales ou industrielles.

À la fin des années 1820, il est impensable que le *technische Bildungsanstalt* de Dresde forme des professeurs de mathématiques ou enseigne des mathématiques à haut niveau. Ces missions sont habituellement celles d'une université ou d'une École polytechnique mais ne font pas partie des objectifs attribués à l'Institut [99]. Pour cette nouvelle institution, l'intérêt économique est primordial, exprimé à la fois par l'industrie naissante et par une partie des artisans saxons, qui sont en concurrence avec le reste de l'Europe. La seconde motivation originelle est la fusion, sur le modèle de l'étranger, des multiples instituts et académies militaires qui existent alors en Saxe. Mais les références sont ici l'École professionnelle de Berlin créée en 1821, la Bavière ou les Instituts polytechniques de Vienne et de Prague. La genèse de l'Institut montre en outre l'influence, sur la politique scientifique de l'État, de deux associations qui cherchent à encourager l'industrialisation du pays : la députation de l'agriculture, de l'économie, de la manufacture et du commerce (LOMK) et la Société économique du royaume de Saxe.

Ce résultat est important, car l'histoire de l'Institut de formation technique est jusqu'à maintenant présentée de manière rétrospective. L'École polytechnique de Dresde, qui sera fondée en 1851, est considérée comme existant en germe dans le modeste projet de 1828. Dans un ouvrage publié en 2005 et consacré à l'histoire des mathématiques dans cet établissement, la création de l'Institut est décrite en ces termes : « les enseignants étaient intéressés, motivés et créatifs. Grâce à l'intelligence et à l'abnégation des enseignants et des étudiants, l'Institut technique ne perdit jamais des yeux l'exemple de l'École polytechnique de Paris. » [100] Bien que l'École polytechnique de Paris ait pu servir de modèle pour certaines institutions techniques allemandes [101], nous venons de montrer que ce n'est pas le cas pour l'Institut de Dresde, dont les créateurs refusent même explicitement la désignation d'« École

98. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15062, p. 43r « *vollständiger theoretischer Unterricht für künftige Fabrikherren, Künstler und alle, denen Beruf eine genaue Kenntnisse der allen Gewerben zum Grunde liegende Wissenschaft erfordert* ».

99. Ceci est confirmé par le plan imprimé le premier février 1828 (Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15063, p. 68v) et même par les premiers brouillons de la réforme de 1836 (Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15073, p. 14v), dans lesquels on ne trouve encore aucune allusion à la possibilité de former les enseignants et les fonctionnaires.

100. Voss, 2005, p. 26 (notre traduction).

101. T. Nipperdey affirme ainsi, dans son histoire de l'Allemagne, que « la fondation révolutionnaire de l'École polytechnique de Paris fit époque pour la formation des ingénieurs de construction, civils et militaires, sur la base des sciences naturelles ; elle devint le modèle de toute formation technique » (Nipperdey, 1983, p. 482, notre traduction). G. Schubring présente également l'École polytechnique de Paris comme l'une des influences importantes des projets de réforme de l'enseignement technique prussien, notamment dans Schubring, 1981, pp. 162-164. Cependant, dans le cas des institutions saxonnes, il n'existe presque aucune référence à l'École polytechnique française.

polytechnique ». Pour comprendre à présent comment les mathématiques prennent leur essor à Dresde, nous allons étudier la première série de réformes qui, entre 1828 et 1838, transforment le *technische Bildungsanstalt* en une véritable école technique supérieure. Les mathématiciens, une fois de plus, jouent un rôle déterminant dans cette évolution.

3.2.2 L'Institut de Dresde et la création des écoles professionnelles

> « Pour finir, Monsieur le professeur Fischer, l'enseignant de mathématiques de l'Institut, entra en chaire. Après le discours d'introduction d'usage, adressé aux hautes personnalités présentes et aux élèves, il décrivit dans les grandes lignes la haute importance qu'ont les sciences mathématiques, pour la vie civile comme pour tous les travaux pratiques, et commença ensuite la première heure de cours. » [102]
>
> Compte rendu de l'inauguration de
> l'Institut de formation technique,
> *Budissiner Nachrichten*, 1er mai 1828.

L'extension de l'enseignement des mathématiques de 1828 à 1835

L'Institut de formation technique de Dresde ouvre le 1er mai 1828, en présence du chef du gouvernement saxon, le *Kabinettsminister* von Einsiedel, qui est par ailleurs un riche entrepreneur dans l'industrie du fer. Sont également présent des membres de la LOMK et de la Société économique du royaume de Saxe. Les étudiants inscrits sont dans un premier temps peu nombreux : 8 dans la première section et 14 dans la deuxième. La troisième section compte par contre d'emblée 181 auditeurs et l'école du dimanche en lien avec l'établissement accueille 77 personnes. L'Institut emploie dès l'ouverture deux enseignants de mathématiques, qui ne portent pas encore le titre de professeur. Le premier est G.A. Fischer, qui continue par ailleurs d'enseigner à l'Académie des arts et pour le Corps des cadets. Le second est Johann Andreas Schubert (1808-1870), natif de Saxe et ancien étudiant de Fischer à l'Académie des arts entre 1824 et 1827 [103]. Sur conseil de ce dernier, il est recruté à la fois à l'Institut et à l'Académie des arts, mais ne possède pas de salaire fixe et est payé à l'heure [104]. Il est dans un premier temps chargé des cours de comptabilité (*Buchhaltung*) et de

102. Compte rendu extrait du journal *Budissiner Nachrichten*, num. 19, pp. 179-180, 1828 : « *Zum Schluß betrat Herr Prof. Fischer, Lehrer der Mathematik an der Anstalt, das Catheder. Nach zweckmäßiger, an die hohen Anwesenden und an die Schüler gerichteten Einleitungsrede deutete er in geeignete Umrissen den hohen Werth an, den die mathematische Wissenschaften für das Geschäftsleben, wie für aller praktische Arbeiten überhaupt haben und begann dann die erste Unterrichtsstunde.* ». L'exemplaire du journal est conservé dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15063, p. 194v.

103. Voir sa notice biographique p. 521.

104. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15251, p. 4r, *Pflichtmäßige Anzeige des Johann Andreas Schubert.*

mathématiques élémentaires à l'école du dimanche. Dès 1830, il est responsable de l'essentiel des cours de mathématiques de l'Institut. Lorsque Fischer meurt en 1832, Schubert est nommé premier enseignant de mathématiques et obtient un salaire de 700 talers annuels, ainsi que le titre de professeur. Il assure à lui seul, et en plus de son activité à l'Académie des arts, l'ensemble des cours de mathématiques de l'Institut, soit une vingtaine d'heures par semaine.

L'organisation de l'enseignement durant les quatre premières années d'existence de l'établissement témoigne du caractère encore modeste de l'initiative. Au lieu d'ouvrir chaque année une nouvelle promotion, chaque section doit être terminée avant que le cursus ne recommence. Comme la première section dure quatre ans, les étudiants de la promotion 1828 terminent en 1832 le parcours complet, sans qu'aucune classe de première année ne soit mise en place en 1829, 1830 et 1831. Nous pouvons suivre le parcours de cette section sur la figure 18 : en première année, les étudiants ont chaque semaine cinq heures hebdomadaires de calcul numérique et géométrie constructive. En 1829, ils suivent ensuite un cours de géométrie et d'algèbre, tandis que les deux dernières années sont consacrées aux mathématiques supérieures, toujours à raison de cinq heures chaque semaine. La seconde section est organisée de manière identique, mais ne dure que deux ans ; à la promotion 1828-1829 succède la promotion 1830-1831. Ce système a l'avantage de ne nécessiter qu'un nombre réduit d'enseignants : il existe en fait une seule classe pour chaque section de l'Institut, contre respectivement 4 et 2 si un nouveau cursus était ouvert chaque année. En contrepartie, le nombre d'étudiants formés est faible puisque la première section ne forme ainsi qu'une dizaine d'étudiants en quatre années. De plus, les candidats ne peuvent s'inscrire que tous les quatre ans, ou tous les deux ans pour la seconde section.

À partir de 1832, profitant de la fin simultanée des promotions des deux premières sections, les professeurs tentent d'obtenir une réforme de l'enseignement en écrivant pour cela au ministère de l'intérieur un courrier « concernant le programme de l'Institut de formation technique » (*den Lehrplan für die technische Bildungs-Anstalt betreffend*). Ils y déplorent en particulier que « les trois classes [sections] de l'Institut, sans interagir les unes avec les autres, et sans que l'une ne serve d'école préparatoire à l'autre, se comportent comme des instituts séparés, poursuivant des buts différents. » [105] Le plan qu'ils proposent rompt complètement avec l'organisation précédente : il n'y aurait ainsi plus qu'une seule section qui durerait quatre années. Les étudiants seraient classés chaque année dans des classes de niveaux différents selon leurs résultats, si bien qu'« une différence supplémentaire, essentielle, du nouveau programme par rapport à l'actuel, consiste dans la bien plus grande complétude

105. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15067, p. 10r : « *die drei Classen der Anstalt, ohne ineinander einzugreifen, und ohne daß die eine zur Vorschule der andern diente, wie abgesonderte, verschiedene Zwecke verfolgende Institute übereinander bestanden.* »

Titre du cours	Nombre d'heures hebdomadaires								
	1828	1829	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836
Calcul numérique et littéral							3	5	5
Calcul numérique et géométrie constructive	5		1		3	3	3		
Géométrie et algèbre		5							
Mathématiques supérieures et analyse			5	5	4	2	2	5	5
Géométrie descriptive								3	3
Géométrie et trigonométrie					4	3	3	5	5
Total (hors mécanique)	**5**	**5**	**6**	**5**	**11**	**8**	**11**	**18**	**18**
Théorie des machines				2	6	6	6	12	12
Mécanique supérieure								5	5
Total	**5**	**5**	**6**	**7**	**17**	**14**	**17**	**35**	**35**

Figure 18 – Évolution de l'enseignement des mathématiques à l'Institut de formation technique de Dresde, première section (1828-1836, données obtenues à partir de Hülße, 1853).

Titre du cours	Nombre d'heures hebdomadaires								
	1828	1829	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836
Calcul numérique et littéral						38	34	54	100
Calcul numérique et géométrie constructive	38	33	36	40	54	43	46		
Géométrie et algèbre		14	32		30	40	32		
Mathématiques supérieures et analyse		9	14	20	7	11	12	15	10
Géométrie descriptive								48	91
Géométrie et trigonométrie					?	?	?	18	25
Théorie des machines				10	24	40	45	27	9
Mécanique supérieure								8	8

Figure 19 – Fréquentation des cours de mathématiques à l'Institut de formation technique de Dresde, toutes sections confondues (1828-1836, données obtenues à partir de Hülße, 1853).

de l'enseignement » [106]. Le but est que toutes les matières puissent être enseignées tous les ans, alors que les mathématiques supérieures ne sont jusque-là proposées que de manière intermittente. Une première conséquence est l'augmentation considérable du nombre d'heures d'enseignement hebdomadaire total de l'Institut, qui double pratiquement, passant d'une cinquantaine à une centaine. Cela se traduit par un accroissement substantiel des coûts : le nouveau plan augmente nettement le budget de l'Institut de formation technique qui atteint 4 500 talers annuels. Ce montant reste cependant peu élevé comparé aux institutions d'enseignement supérieur des autres États allemands.

Ce projet est accepté, et nous pouvons observer, à partir de l'année scolaire 1832-33, que tous les enseignements sont proposés de manière régulière (voir figures 18 et 19, *supra*). Géométrie constructive, trigonométrie, mathématiques supérieures et mécanique sont enseignées tous les ans. À partir de 1834, le cours de « géométrie constructive et calcul numérique » est divisé en deux et son volume horaire passe de 3 à 8 heures hebdomadaires. Cette nouvelle organisation témoigne également d'une hausse sensible du niveau des mathématiques. Si le gouvernement, qui était réticent quelques années plus tôt à tout projet conséquent, accepte cette première réforme, c'est que l'Institut s'intègre désormais dans le cadre d'une politique scientifique globale. Le ministère réflechit en effet à la création d'écoles secondaires professionnelles. Celles-ci doivent proposer une formation secondaire technico-scientifique que le programme de l'Institut pourrait supposer comme acquise, afin de se placer dans leur continuité.

Les écoles professionnelles, un enseignement secondaire technico-scientifique ?

La genèse des écoles professionnelles saxonnes est liée à l'histoire de l'Institut de formation technique de Dresde. Au milieu des années 1820, la députation de la LOMK cherche à encourager l'enseignement technique en Saxe, mais les négociations avec le gouvernement sur un éventuel institut polytechnique piétinent. Dans un de ses rapports, la LOMK joint en 1824 un plan imprimé qui décrit un projet d'école professionnelle à Berlin « pour ceux qui veulent se consacrer au commerce, et veulent de plus acquérir une préparation scientifique solide » [107]. Ce plan est rédigé par le conseil de la capitale prussienne et son maire ; le fait qu'il soit utilisé en Saxe témoigne de la communication entre États ainsi que du rôle actif joué par les associations, les conseils et les gouvernements dans l'institutionnalisation des professions techniques. Les archives saxonnes contiennent de multiples exemples d'échanges

106. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15067, p. 13r : « *Ein fernerer wesentlicher Unterschied des neuen Lehrplans von dem zeitherigen besteht in der bei weitem größeren Vollständigkeit des Unterrichts* ».

107. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, inséré p. 12r : *Plan zur Begründung der Berlinischen Gewerbeschule als einer Unterrichts-Anstalt für diejenigen, welche sich den Gewerben widmen, und dazu eine gründliche wissenschaftliche Vorbereitung erlangen wollen* (Berlin, 1824).

de programmes, ou bien d'envois de documents en Saxe de la part de diplomates en poste dans les autres États allemands. Le domaine de la construction est au cœur des réflexions de la plupart des gouvernants car la qualité des bâtiments allemands est jugée inférieure à celle de ses voisins européens [108].

Une première proposition est fournie en août 1828 dans un rapport de la LOMK au roi. L'Institut de formation technique vient alors d'ouvrir à Dresde, et il a absorbé une moitié de l'Académie des arts, c'est-à-dire l'École d'industrie. La députation suggère d'utiliser la seconde partie de l'Académie - l'École de construction - ainsi que l'Académie des arts de Leipzig comme bases pour créer deux écoles du bâtiment (*Baugewerkschule*), et d'en ouvrir une troisième à Chemnitz où existe alors une école de dessin (*Zeichenschule*) [109]. L'avantage de ce projet est qu'il est seulement nécessaire de recruter un enseignant supplémentaire pour chacune des trois écoles ; comme toujours, une attention particulière est portée à la limitation des dépenses. Le roi demande à la LOMK de mettre au point un plan en ce sens, qui est fourni l'année suivante. Ce projet n'entre cependant pas dans les détails d'un éventuel programme et se contente de mentionner les enseignements de mathématiques suivants : « a., en arithmétique et algèbre. b., en géométrie, surtout la géométrie constructive. c., en mécanique théorique et pratique, c'est-à-dire statique, dynamique, hydrostatique et hydrodynamique. d., en arpentage et nivellement d'après la méthode la plus simple, avec exercices prat[iques] » [110].

Ce développement de l'enseignement technico-scientifique est activement soutenu par les associations de promotion de l'industrie qui se multiplient au cours des années 1820. Une Société polytechnique de Leipzig (*polytechnische Gesellschaft zu Leipzig*) pour l'encouragement et l'accroissement du commerce est fondée en 1825 ; une Société économique du royaume de Saxe (*Ökonomische Gesellschaft im Königreiche Sachsen*) voit le jour à Dresde en 1828, et chaque ville moyenne possède bientôt une association similaire [111]. Il ne faut

108. Sur la Prusse, voir par exemple Klein, 2010, p. 440, p. 449 et pp. 453-454. Toujours sur le thème de la construction, la Société économique du royaume de Saxe communique à la LOMK, dans une lettre du 11 avril 1826, un programme bavarois concernant la *Königliche Baugewerksschule zu München*. Voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108, pp. 105r-108r.

109. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 553, lettre du 9 août 1828, pp. 1r-2r. L'idée de créer une école non seulement à Dresde et à Leipzig, mais également à Chemnitz, peut venir d'un plan anonyme proposant de créer une école polytechnique dans cette ville, envoyé en 1827 (Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 063, pp. 45r-52v). S. Luther mentionne également les nombreuses démarches, articles et demandes des industriels de Chemnitz pour obtenir un institut de formation (Luther, 2003, pp. 15-16).

110. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 553, pp. 207r-211r. « *a., in Arithmetik und Algebra. b., in Geometrie, vorzüglich construktive Geometrie. c., in theoret. & pract. Mechanik, wovon Statik, dÿnamik, Hÿdrostatik & Hÿdrodynamik. d., in Feldmeß- & Nivellirkunst nach der einfachsten Methode, mit pract. Übungen* ».

111. Sur la société de Leipzig, une étude préliminaire a été réalisée par H. Wussing (Wussing, 1999). Voir également Preusker, 1835, pp. 138-142, où sont mentionnées des associations plus petites qui naissent au

pas concevoir ces associations comme hermétiquement séparées du monde scientifique. Elles suivent avec attention les progrès des sciences mathématiques, chimiques et mécaniques, et comptent parmi leurs membres de nombreux mathématiciens ; cet ensemble de comités et d'associations acquiert rapidement une influence importante.

En 1829, une Association industrielle pour le royaume de Saxe (*Industrieverein für das Königreich Sachsen*) est fondée à Chemnitz. Elle possède un comité spécialisé dans le suivi des sciences mathématiques et naturelles dont feront notamment partie J.A. Schubert ou Friedrich Gottlob Kohl (1801-1876). L'association commence par solliciter de l'État 8 000 talers pour ouvrir un institut technique supérieur, demande restée sans réponse. L'année suivante, l'association ouvre une école du dimanche qui dispense une formation continue élémentaire en mathématiques. La fréquentation de cette école dépasse rapidement les 300 élèves, ce qui témoigne du besoin en formation élémentaire à Chemnitz [112]. Le projet de la LMOK est alors relancé, et confié au conseil des finances. Il arrive pour évaluation entre les mains de C.A.B. Siegel, l'architecte qui avait déjà été consulté lors de la création de l'Institut de formation technique. Celui-ci réoriente graduellement le plan de la future institution dans un sens plus général. L'idée de créer des écoles de construction (*Baugewerkschulen*) est abandonnée au profit d'un projet plus ambitieux d'écoles professionnelles (*Gewerbeschulen*).

Quelles mathématiques pour l'enseignement technique ?

L'ouverture, prévue pour 1831, est finalement reportée en raison de la révolution qui a lieu en Saxe. Une grande réforme institutionnelle a lieu, au cours de laquelle l'enseignement technique - et donc également l'Institut de Dresde - est rattaché au nouveau ministère de l'intérieur. Deux séries de raisons expliquent pourquoi ce dernier a été préféré au ministère de l'éducation. La première est la faiblesse de celui-ci, qui sera analysée au chapitre suivant. La seconde est que, durant le premier tiers du XIXe siècle, l'éducation des techniciens est vue dans la seule perspective d'encourager l'industrie et l'économie. La création de l'Institut de formation technique en 1828 est ainsi considérée avant tout comme un soutien aux manufactures saxonnes. La formation continue des ouvriers et des techniciens revient donc naturellement aux responsables des affaires intérieures. Dans ce domaine, la LMOK soutient financièrement depuis le début du siècle l'ouverture d'écoles professionnelles du dimanche (*gewerbliche Sonntagsschulen*). Celles-ci proposent des formations en écriture, mathématiques, dessin et technologie, à destination des ouvriers et techniciens qui travaillent dans les manufactures de l'État. Des écoles de ce type sont ouvertes dès 1815 à Leipzig puis dans de nombreuses villes de Saxe [113]. À partir du début des années 1830, le gouvernement participe directement au financement de ces projets, et leur verse par exemple en 1834 la

---

tournant des années 1830, par exemple à Annaberg, Zwickau, Bautzen ou Roßwein.

112. Luther, 2003, p. 17.

113. Pfretzschner, 1849, p. 10.

somme de 1 370 talers [114].

Jusqu'au début des années 1830, il n'existe donc qu'un Institut de formation technique à Dresde. En février 1832, une réunion des nouveaux ministères de l'intérieur et de l'éducation constate cependant les limites de ce système, également soulignées par les puissants industriels de Chemnitz pour qui l'établissement de Dresde est trop éloigné [115]. Le nouveau premier ministre (*Staatsminister*) Bernhard von Lindenau (1780-1854) dirige depuis 1829 la LOMK et soutient activement l'enseignement des mathématiques. Ancien étudiant de l'université de Leipzig, il a publié plusieurs ouvrages d'astronomie et est très favorable au développement de l'enseignement technique. Il écrit alors au ministère de l'intérieur, expliquant que « pour atteindre ce but, on tient pour judicieux d'ériger deux écoles de formation technique, l'une orientée vers la théorie et la technique générale, l'autre pour une formation spécifiquement technico-pratique ; cette dernière devrait être fondée à Chemnitz » [116]. L'idée originelle du ministre est à ce moment-là de fonder deux écoles professionnelles supérieures, c'est-à-dire qui proposent un cursus complet [117]. Ces établissements, dont la formation initiale serait assurée par des écoles du dimanche mieux encadrées, ne sont pas censés préparer aux autres instituts techniques existants. Comme l'exprime F. Lindemann une dizaine d'années plus tard, il ne s'agit pas dans un premier temps de créer un système d'enseignement secondaire préparatoire, mais uniquement de favoriser l'activité manufacturière : « ce que le gouvernement prévoyait n'était donc pas une éducation générale supérieure ; seul l'esprit d'industrie [*Gewerbefleiß*] devait être amené à une plus grande perfection [...] une préparation

114. Le soutien du gouvernement aux écoles du dimanche est résumé dans un tableau qui se trouve dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10736 Ministerium des Innern, Sektion 13, Gewerbe und Handel Nr. 01373, pp. 64-65, intitulé *Übersicht der im Land befindlichen Sonntagsschulen und der den selben zufließenden Unterstützungen.* On y apprend que le gouvernement contribue au financement de 15 écoles, et que celles-ci sont principalement situées dans les zones en voie d'industrialisation. On en trouve deux à Chemnitz, deux à Schneeberg, deux à Freiberg, mais seulement une à Dresde. Ces écoles sont pour la plupart fondées dans les années 1820 par les villes, des associations de particuliers ou d'entreprises, et le gouvernement n'apporte une contribution financière que dans un second temps.

115. Cette réunion a pu être demandée par l'Association industrielle, qui se réunit pour sa part le 16 février (voir Stützner et Dagmar, 1985).

116. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10 736 Ministerium des Innern, Sektion 13, Gewerbe und Handel Nr. 01373, p. 28r : « *Zu dem Ende hält man für rathsam, zwei technische Bildungsschulen zu errichten, eine mit der Bestimmung für Theorie und allgemeine Technik, die andere für spezielle technisch-praktische Bildung, welche letztern in Chemnitz zu begründen seyn würde* ». On trouve également dans ce projet plusieurs renvois explicites à un autre acte, Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes-Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation Nr. 2108. Ce dossier est ouvert dès 1826 et discute de la possibilité de réformer des institutions existantes afin de stimuler le commerce. Une fois de plus, l'étude de la genèse de ces écoles est intimement liée à celle de l'Institut de formation technique et permet de comprendre leur rattachement au ministère de l'intérieur.

117. S'il est déjà acté que l'une de ces écoles sera située à Chemnitz, les ministères hésitent entre Dresde et Leipzig pour la seconde. La question est alors confiée à l'Association industrielle du royaume de Saxe, chargée d'étudier quelle solution est la plus avantageuse. Voir la lettre du 10 février 1832, dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10 736 Ministerium des Innern, Sektion 13, Gewerbe und Handel Nr. 16 641, pp. 20r-24r.

scientifique appropriée devait être diffusée à la jeunesse industrieuse. » [118] Le gouvernement discute ce plan en avril 1832 avec l'Association industrielle du royaume de Saxe et leur collaboration aboutit à une modification du plan. Selon une annexe rédigée à la suite de cette réunion, il est désormais envisagé de fonder deux écoles supérieures et trois écoles moyennes, ainsi que plusieurs instituts inférieurs, pour un total de 20 800 talers annuels ; cette somme importante représente environ un triplement du budget consacré jusque-là à l'éducation technico-scientifique [119]. Une école théorique à Dresde absorberait l'Institut de formation technique, tandis qu'une école pratique serait créée à Chemnitz, financées chacune à hauteur de 4 500 talers par an.

Un programme d'enseignement des mathématiques est alors rédigé par J.A. Schubert, le professeur de l'Institut de Dresde. Ce plan détaillé recommande la création de deux types d'écoles professionnelles, inférieures et supérieures, qui pourraient être fréquentées successivement [120]. La partie supérieure propose entre autres un cours d'arithmétique supérieure (*höhere Arithmetik*), matière proche de l'analyse où seraient enseignés pêle-mêle les équations supérieures, le théorème du binôme ainsi que le calcul différentiel et intégral. La géométrie supérieure est présentée comme une introduction à la géométrie analytique, avec étude des coordonnées, des lignes algébriques et transcendantes. Ce plan est très ambitieux puisqu'il propose d'inclure dans ces établissements ce qui appartient à l'époque aux mathématiques supérieures. On trouve également dans le projet de Schubert une introduction à la théorie des machines, à la mécanique et à la statique, avec un fort accent sur les théories des gaz et de la vapeur. Les réflexions sur de futures écoles professionnelles impliquent l'ensemble des institutions techniques de l'État : outre Schubert, les professeurs de l'Académie des mines de Freiberg sont également consultés [121]. Nous pouvons remarquer le souci constant de coordonner les enseignements entre les institutions techniques secondaires et supérieures.

Le gouvernement suspend cependant, sans raison claire, la création de ces écoles jusqu'à la fin de l'année 1833. Il refuse alors toute la partie du projet qui concerne les écoles professionnelles inférieures prévues à Leipzig, Plauen et Zittau. Le plan tronqué ne comprend

118. Lindemann, 1845, p. 6 : « *Nicht also eine allgemeine höhere Bildung war es, was die Staatsregierung beabsichtigte ; nur der Gewerbefleiß sollte zu grösserer Vollkommenheit erhoben* [...] *eine angemessene wissenschaftliche Vorbildung sollte der gewerblichen Jugend mitgetheilt werden.* »

119. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10736 Ministerium des Innern, Sektion 13, Gewerbe und Handel Nr. 01373, annexe H, *Gesamtbetrag* : « *Gewerbeschule Dresden : 4500 ; Gewerbeschule Chemnitz 4500 ; Handelsanstalt Leipzig 1500 ; Gewerbeschule Plauen 1250 ; Gewerbeschule Zittau oder Budissin 1250 ; Baugewerkeschule zu Dresden 1050 ; Baugewerkeschule zu Chemnitz 1050 ; Baugewerkeschule zu Leipzig 1800 ; für den technischen Unterricht in den Sonntagsschule 1500 ;* [illisible] *900 ; Klöppelschulen 1100 ;* [illisible] *400* ».

120. Voir le plan complet du futur établissement, Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10 736 Ministerium des Innern, Sektion 13, Gewerbe und Handel Nr. 01373, pp. 145r-185v, *Grundzüge für die Organisation des sächsischen Gewerbschulwesens.*

121. Voir par exemple la réponse du directeur Lampadius, datée du 3 février 1833, Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10 736 Ministerium des Innern, Sektion 13, Gewerbe und Handel Nr. 01373, p. 210r et suivantes.

plus que deux écoles supérieures à Chemnitz et à Dresde ; il est malgré tout refusé à son tour en 1834 par le parlement, au motif que la Saxe possède déjà un institut technique supérieur à Dresde. Après délibérations, une somme de 3 000 talers est provisoirement accordée, mais uniquement pour créer des écoles professionnelles « intermédiaires » (*mittlere Gewerbeschule*) à Chemnitz, Plauen et Zittau, tandis que le budget de l'Institut de formation technique passe à 5 000 talers [122]. Dans son courrier aux administrations locales, le ministre de l'intérieur Eduard von Wietersheim (1787-1865) explique ce refus et rappelle le but fixé, en Saxe, aux écoles professionnelles. Celles-ci doivent seulement « enseigner les sciences techniques jusqu'au point où leur connaissance est nécessaire pour la pratique rationnelle des activités professionnelles en général et dans chaque sphère de la vie professionnelle. » [123] Cette définition étroite, ainsi que la faible somme allouée pour la création des trois écoles, laissent présager d'un faible niveau scientifique et d'une réduction drastique des objectifs théoriques par rapport au plan de Schubert, en particulier en mathématiques.

L'enseignement des mathématiques dans les écoles professionnelles en 1836

Une réunion est organisée le 15 avril 1835 à Chemnitz avec les différents acteurs : représentants de la ville, de l'école du dimanche et de l'Association industrielle. Ils définissent un programme d'enseignement pour la future école qui prévoit deux classes. Pour chacune d'elles, il n'est prévu qu'une douzaine d'heures de cours chaque semaine, le reste du temps étant consacré à des travaux pratiques ou à des stages, c'est-à-dire un modèle semblable à la première mouture de l'Institut de formation technique [124]. Les mathématiques ne sont enseignées que trois heures dans la classe inférieure et quatre dans la supérieure. Le budget alloué pour recruter un maître de mathématiques (*Mathematicus*) est de 200 talers par an. Cette somme est bien trop faible pour espérer obtenir un véritable mathématicien ; elle est de plus bien inférieure à celles allouées pour le recrutement des enseignants de physique (600 talers) ou de chimie (800 talers). Par rapport au programme de Schubert proposé en 1832, le nouveau projet est bien moins complet et ne contient que les rudiments de calcul et de dessin les plus indispensables. Le ministère de l'intérieur va alors réagir et, par deux fois au cours

122. Le compte rendu de ce débat se trouve dans Leipziger Zeitung, 1834, pp. 3993-4002. Le ministre von Lindenau soutient la création de deux écoles supérieures à Chemnitz et à Dresde. C'est l'un des rares Saxons qui cherche à reproduire le modèle parisien d'une École polytechnique théorique préparant à des écoles techniques spécialisées. La clé des succès français et anglais réside selon lui dans la place donnée aux mathématiques comme science exacte, séparée dans un premier temps de la pratique. Il affirme : « je souhaite que nous puissions également appliquer à notre enseignement professionnel cette séparation de la théorie et de la pratique » (p. 4000, notre traduction), mais est mis en minorité lors du vote.

123. Sächsisches Staatsarchiv, HStA, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 16556, p. 6v : « *die technischen Wissenschaften bis zu dem Puncte zu lehren, bis zu welchem die Kenntnis derselben für den rationnelle Gewerbsbetrieb überhaupt und in jeder Sphäre des Gewerbelebens Bedürfnis ist.* »

124. Sächsisches Staatsarchiv, HStA, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 16556, p. 16v.

de l'année 1835 [125], augmenter à la fois le contenu des enseignements de mathématiques et le financement accordé pour les écoles professionnelles, qui passe finalement à 1 650 talers pour la seule ville de Chemnitz et à 5 000 talers au total pour les trois écoles [126]. Afin de maintenir la cohérence du système d'enseignement saxon, le gouvernement veut créer à Chemnitz une école dont le niveau soit plus élevé qu'à Plauen et Zittau et corresponde à celui de la section inférieure de l'Institut de formation technique de Dresde. Le programme final commun de mathématiques, adopté pour l'ouverture en 1836, est le suivant :

Classe inférieure :

- Géométrie descriptive (3 heures hebdomadaires)
- Calcul littéral et numérique, jusqu'aux équations du second degré, ainsi que les progressions arithmétiques et géométriques (5 heures hebdomadaires)
- Dessin mathématique : théorie des projections, des ombres, dessins d'après modèles (6 heures hebdomadaires)

Classe intermédiaire :

- Géométrie, langométrie, planimétrie, stéréométrie, trigonométrie plane et sphérique, théorie des coniques (5 heures hebdomadaires)
- Dessin mathématique, dessin d'après machines et modèles (6 heures hebdomadaires)
- Dessin architectonique et construction (6 heures hebdomadaires)

Ce plan innove également en incluant une troisième classe pour l'École de Chemnitz, qui devient donc une *École professionnelle supérieure* (*höhere Gewerbeschule*). On y enseigne la théorie des machines, en lien avec la physique mathématique et la représentation descriptive des principaux outils mécaniques (12 heures hebdomadaires). Il s'agit donc d'un programme rigoureusement identique, dans le choix des matières comme dans leur contenu, à celui des trois classes qui forment à cette époque le cursus inférieur de l'Institut de Dresde [127]. Le choix de l'enseignant en mathématiques pour l'École de Chemnitz est déjà arrêté : il s'agit de Christian Moritz Rühlmann (1811-1896). Né à Dresde, il entre à l'Institut de formation technique en 1829 et suit le cursus complet, obtenant notamment le tableau d'honneur en 1830 [128]. Il est depuis 1833 assistant de Schubert en mathématiques. Le ministère de

125. Les deux plans se trouvent dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 16556, *Grundzüge für die Errichtung einer mittleren Gewerbeschule in Chemnitz* (pp. 66r-72v), *Organisationsplan für die Gewerbeschule für Chemnitz* (p. 174b et suivantes).

126. Sächsisches Staatsarchiv, HStA, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 16556, pp. 193r-194v, lettre du 13 mars 1836, où le ministère de l'intérieur écrit à Lohrmann, qui représente l'Institut de formation technique, pour lui communiquer les sommes allouées aux écoles moyennes techniques : Zittau 2 150, Chemnitz 1 650, Plauen 1 200, soit 5 000 talers au lieu des 3 000 prévus.

127. Les deux plans identiques se trouvent dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15067, p. 351(3) et Sächsisches Staatsarchiv, HStA, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 16556, pp. 205r-207v.

128. Voir sa notice biographique p. 518.

l'intérieur s'assure ainsi doublement que les enseignements de l'École seront parfaitement coordonnés avec ceux de l'Institut. D'une part les programmes sont équivalents, et d'autre part on choisit comme enseignant pour la nouvelle École supérieure un mathématicien ayant étudié et enseigné à l'Institut. En 1836, il y aussi lors de l'ouverture un assistant de mathématiques, Theodor Schenker (1806- ?). Né à Eisenberg en Saxe dans une modeste famille de tonneliers, il exerce ce métier avant de fréquenter l'Institut de Dresde, comme étudiant puis comme assistant [129]. Les cours de mathématiques occupent 25 des 70 heures hebdomadaires du programme sans même compter le dessin, et plus de la moitié si on l'inclut.

Tout comme l'Institut de Dresde, les écoles professionnelles ont donc pour origine la volonté, durant les années 1820, de créer des structures capables d'apporter les connaissances scientifiques et techniques nécessaires au développement du commerce et de l'industrie saxons. L'étude de la genèse de ces écoles, et en particulier de l'École professionnelle supérieure de Chemnitz, nous a permis de mettre en valeur plusieurs points. D'une part le caractère global de la politique scientifique de l'État de Saxe : chaque projet est conçu pour s'articuler avec les institutions déjà existantes. Un second point est le but essentiellement utilitaire de cette politique, particulièrement flagrant dans le cas des écoles professionnelles, qui doivent stimuler à court terme la production manufacturière et industrielle. Il est enfin capital de souligner la place des mathématiciens dans la création et l'évolution de ces écoles. Soutenus par le ministre von Lindenau, ils sont actifs tout au long du processus et défendent, contre les villes et une partie de l'administration, l'intérêt d'un enseignement théorique de haut niveau en mathématiques.

Au terme d'un débat animé qui a duré plusieurs années, la Saxe fait, avec l'adoption de ce plan final, clairement le choix d'un enseignement technique scientifique et mathématisé. À partir de 1836, il existe en Saxe une véritable filière d'enseignement technique. Un élève peut commencer sa scolarité dans une école du dimanche ou une école de ville (*Freischule*), avant de fréquenter un établissement technique secondaire : l'une des trois Écoles professionnelles de Plauen, Zittau ou Chemnitz. S'il veut se perfectionner et maîtriser en particulier l'utilisation des mathématiques supérieures dans les divers domaines techniques, il peut s'inscrire à la partie supérieure de l'École de Chemnitz ou l'Institut de Dresde pour la construction de machines, ou bien les Académies de Freiberg et Tharandt pour les sciences minières et forestières. La mise en place d'une filière dans laquelle les enseignements technico-scientifiques secondaire et supérieur sont coordonnés va permettre un essor rapide de l'enseignement et de l'utilisation des mathématiques en Saxe au milieu des années 1830.

129. Voir sa notice biographique p. 519.

3.3 L'École polytechnique de Dresde et la diffusion des mathématiques pratiques

Après la création des écoles professionnelles, le mouvement de réforme de l'Institut de formation technique s'accélère. En février 1835, un nouveau plan d'enseignement est proposé avec application immédiate [130] afin de s'adapter à la création prochaine d'écoles techniques secondaires. Ce plan prend également en compte les nombreuses suggestions faites par J.A. Schubert. Ce dernier a pu, en 1834, réaliser un voyage scientifique au Royaume-Uni durant lequel il a observé la mécanisation croissante et le développement de l'industrie lourde. Il étudie le fonctionnement de la ligne de chemin de fer Liverpool-Manchester ainsi que les travaux de construction des lignes Liverpool-Birmingham et Birmingham-Londres [131]. À son retour, il propose un rapport détaillé qui souligne la nécessité d'améliorer considérablement le niveau d'enseignement de l'Institut pour l'orienter vers la formation d'ingénieurs et non seulement de techniciens. L'année suivante, Schubert devient membre de l'Association industrielle du royaume de Saxe.

Le directeur Lohrmann demande alors à ce que l'Institut soit transformé en une école polytechnique. Le ministre de l'intérieur von Wietersheim est certes convaincu de la nécessité d'augmenter le niveau de formation de l'établissement afin d'en faire une « pépinière proposant une *formation technique et scientifique supérieure* » [132]. S'il trouve excessif d'aller jusqu'à le requalifier, car il est encore chargé de former les professions commerciales intermédiaires (*mittlere Gewerbestände*), il n'exclut pas la possibilité de réformes futures en ce sens. Parmi les points principaux de ce plan figure l'augmentation considérable de la place des mathématiques dans la formation : « Le nombre d'heures hebdomadaires d'enseignements de mathématiques s'élève jusqu'à présent à 17 ou 20 ; selon le nouveau programme, il augmenterait jusqu'à 38. » [133] La nouvelle organisation, introduite à partir de 1835, divise l'établissement en un cursus inférieur de trois ans, qui peut éventuellement être poursuivi et complété par un cursus supérieur de deux années. Le programme de mathématiques complet

130. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15067, pp. 269-327, *Die neue Organisation der hiesigen technischen Bildungsanstalt betreffend.*

131. Une description détaillée de ce voyage se trouve dans Weichold, 1968, pp. 62-107.

132. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15067, plan du 7 février 1835, p. 272r : « *Pflanzschule für* höheren technisch-wissenschaftliche Bildung ». C'est von Wietersheim qui souligne.

133. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15067, p. 291r : « *Die Zahl der mathematischen Lehrstunden hat bis jetzt wöchentlich 17-20 betragen ; nach dem neuen Lehrplan würde sich dieselbe bis auf 38. vermehren.* » La différence avec le nombre de 35 heures que l'on peut trouver dans notre figure 18 (voir *supra*, p. 287) vient de ce que nous n'y avons pas inclu les cours de comptabilité, qui occupent trois heures hebdomadaires.

est reproduit dans l'annexe F. Les matières et professeurs sont les suivants [134] :

Cursus inférieur :

- Classe 3 :
  - Géométrie descriptive (3 heures hebdomadaires, *T.S. Franke*)
  - Calcul numérique et littéral, jusqu'aux équations du second degré (5 heures hebdomadaires, *T.S. Franke*)
- Classe 2 :
  - Géométrie, euthymétrie, planimétrie, stéréométrie, trigonométrie plane et sphérique, théorie des coniques (5 heures hebdomadaires, *T.S. Franke*)
- Classe 1 :
  - Théorie des machines, en lien avec la physique mathématique et la représentation descriptive des principaux instruments mécaniques (12 heures hebdomadaires, *J.A. Schubert*)

Cursus supérieur :

- Classe 2 :
  - Analyse et géométrie analytique, théorie des progressions, fonctions, calcul différentiel et intégral (5 heures hebdomadaires, *J.A. Schubert*)
- Classes 2 et 1 :
  - Conception et calcul de machines (3 heures hebdomadaires, *J.A. Schubert*)
- Classe 1 :
  - Mécanique supérieure (statique et dynamique des corps solides, liquides et gazeux) avec application de la théorie des mathématiques supérieures (5 heures hebdomadaires, *J.A. Schubert*)

Ce programme propose une formation complète en mathématiques pures élémentaires dans le cursus inférieur ; dans le domaine de la géométrie analytique, le plan détaillé va beaucoup plus loin. Il y est proposé dès la troisième classe, c'est-à-dire dès le début du cursus inférieur, un cours ambitieux de géométrie descriptive, et en deuxième classe un cours de géométrie qui va jusqu'à l'« étude détaillée de chaque conique particulière ». La méthode d'enseignement est décrite de la manière suivante :

> « Dans un établissement comme le nôtre, il me semble particulièrement important de rendre les concepts scientifiques aussi clairs que possible, et de les considérer avant tout du point de vue de leurs applications dans la vie pratique, afin que

134. Le programme détaillé en annexe comprend le contenu de chaque matière décrit par le professeur de mathématiques qui en est responsable. Le programme abrégé est tiré du programme officiel imprimé conservé dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15073, pp. 14r-18r, p. 58r.

> les élèves, durant l'exposé strictement systématique et scientifique (qui de mon point de vue ne doit jamais manquer en mathématiques), remarquent néanmoins toujours immédiatement la possibilité et la manière dont ils s'appliquent. »[135]

L'augmentation du nombre d'heures de cours rend alors nécessaire de recruter un nouvel enseignant de mathématiques. Depuis 1833, Rühlmann, un ancien élève, est assistant en mathématiques. Il assure jusqu'en 1836 les cours de géométrie descriptive, calcul, géométrie et trigonométrie plane et sphérique, pour un salaire modique de 229 talers annuels. Lorsque la modification des programmes est actée, le ministère choisit d'affecter Rühlmann à la nouvelle École professionnelle supérieure de Chemnitz et de recruter un autre professeur de mathématiques. Traugott Samuel Franke (1804-1863) fait acte de candidature le 25 février 1836[136]. Né dans les montagnes de Saxe, il fréquente le *Gymnasium* de Freiberg puis l'université de Leipzig de 1827 à 1830, passant rapidement de la théologie aux mathématiques, matière dans laquelle il obtient le grade de docteur. Tout d'abord recteur dans la petite ville de Roßwein à l'ouest de Dresde, il est nommé en 1836 à l'Institut de formation technique de Dresde. Il occupe ce poste jusqu'en 1849, date à laquelle il nommé directeur de l'Institut polytechnique d'Hanovre. Son salaire est de 400 talers la première année, mais passe à 600 talers lorsqu'il est nommé professeur en 1838[137].

3.3.1 Une filière pour l'enseignement des mathématiques pratiques

Dans le deuxième quart du XIX^e^ siècle, les réformes de l'Institut se succèdent à un rythme soutenu. Une partie de ces changements est due aux rapides développements des sciences physiques et mathématiques. Mais ces évolutions témoignent aussi d'une réorientation de la politique scientifique saxonne. Les écoles professionnelles, et en particulier celle de Chemnitz, jouent un rôle croissant dans la formation des techniciens. Dans ce contexte, la place attribuée aux mathématiques se rapproche graduellement de celle qu'elles occupent à la *Bergakademie* de Freiberg. Pour arriver à une formation véritablement scientifique, il faut offrir un enseignement systématique des mathématiques supérieures à tous les étudiants. Pour cela, un cursus théorique de haut niveau doit exister dès le secondaire. À partir de 1836, l'Institut de formation technique assure donc la formation des enseignants de sciences

---

135. HStA Dresden, 11 125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10 072, p. 159v : « *specielle Betrachtungen jeder einzelnen Kegelschnittslinien* » ; p. 157r : « *An einer Anstalt wie die unsrige, kommt es, wie ich glaube, ganz besonders darauf an, die abstracten Begriffe der Wissenschaft möglichst anschaulich zu machen und vorzüglich von derjenigen Seite zu betrachten, von welcher dieselbe in ihren Anwendung auf das practische Leben sich zeigt, damit der Zögling während des streng systematischen und wissenschaftlichen Vortrages (der meinen Aufsichten nach nirgends in der Mathematik fehlen darf) doch immer zugleich die Möglichkeit und auch die Art und Weise der Anwendung bemerke und durchschaue.* »

136. Voir sa notice biographique p. 499. Concernant sa candidature, voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15073, p. 20(2).

137. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15251, p. 36r, p. 61v.

naturelles et de mathématiques pour les écoles professionnelles.

Jusqu'à cette date, le but de l'établissement est de former des techniciens pour les entreprises saxonnes, et exclut explicitement l'éducation des enseignants et des fonctionnaires supérieurs. Le brouillon du communiqué pour l'année 1836 maintient que l'Institut s'adresse à ceux qui doivent « être formés scientifiquement pour leur future profession, et contribuer ainsi au perfectionnement de l'industrie du pays natal » [138]. Les nouvelles *Gewerbeschulen* ont cependant besoin d'enseignants en technologie, chimie, et surtout en mathématiques. Ceux-ci ne peuvent pas être formés à l'université de Leipzig car l'enseignement qui y est donné n'est pas adapté à ce but. Outre Rühlmann à Chemnitz, les premiers enseignants sont F. E. Thieme pour l'école professionnelle moyenne de Plauen et M.R. Preßler pour celle de Zittau,. Deux de ces trois enseignants de mathématiques sont donc d'anciens élèves de l'Institut de formation technique. Dans les faits, l'établissement forme avant même la réforme déjà les enseignants du domaine technique en Saxe.

Le nouveau programme discuté et publié en 1838 révèle l'hésitation qui existe sur l'orientation à donner à l'institution [139]. Le premier paragraphe, qui doit présenter le « but de l'établissement » (*Zweck der Anstalt*), semble avoir fait l'objet de tractations intenses. Le brouillon est raturé et l'on distingue plusieurs écritures différentes qui présentent deux points de vue sur le rôle de l'enseignement technique. Le premier reflète la conception originelle de l'établissement et fixe à l'Institut la fonction de « garantir aux futurs techniciens, aussi bien pour la branche mécanique que chimique, une formation technico-scientifique complète », mais également, compte tenu de « l'absence d'une école professionnelle supérieure [*höhere Realschule*] dans cet État », de proposer aux auditeurs « de suivre un court enseignement sur les connaissances professionnelles [*Realkenntniße*] de métiers spécifiques » [140]. Une seconde vision plus scientifique et inspirée par l'École polytechnique de Vienne s'y oppose et va en fin de compte prévaloir. L'Institut reçoit alors pour but « la formation complète et scientifique de techniciens réellement supérieurs, aussi bien pour l'industrie que pour le service de l'État ou d'autres buts privés » [141].

---

138. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15073, p. 14v : « *für ihre künftige Bestimmung wissenschaftlich auszubilden und dadurch die Vervollkommung des vaterländischen Gewerbewesens beizutragen* ».

139. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15076, p. 73b et suivantes, *Revidierte Organisationsplan für die technische Bildungsanstalt zu Dresden*, 27 février 1838.

140. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15076, p. 73b : « *künftiger Techniker, sowohl für das mechanische, als chemische Fach eine umfassende technische-wissenschaftliche Ausbildung zu gewähren* », « *bei dem Mangel einer höheren Realschule in hiesigen Staat* [...] *eines kürzern Unterrichts sich für den speziellen Beruf wissenschaftlichen Realkenntniße anzunehmen* ».

141. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15076, p. 73b : « *die vollständige wissenschaftliche Ausbildung eigentlichen höheren Techniker, sowohl für das Gewerbeleben, als für Staats- oder sonstigen Privatzwecke* ».

L'université ne possède plus le monopole de la formation intellectuelle de haut niveau nécessaire pour former les professions savantes (*gelehrte Stände*), ce qui indique que le statut de l'Institut de formation technique a considérablement augmenté. Outre la formation des enseignants, le plan de 1838 donne à l'institution la mission de former les fonctionnaires de l'État dans le domaine technique. Il s'agit une fois de plus d'un désaveu de l'université de Leipzig qui est jugée incapable de remplir ce rôle. Six ans auparavant, le professeur de mathématiques Drobisch alertait le gouvernement sur cet état de fait pour demander une réforme de l'enseignement classique : « si l'État veut que les fonctionnaires et les enseignants puissent continuer à posséder un ascendant intellectuel, il doit exiger d'eux les connaissances qui contiennent directement les principes pratiques qui sont nécessaires aux arts, à l'industrie et au commerce » [142]. Il s'agit d'une évolution majeure dans la manière de concevoir l'ingénierie et les sciences expérimentales qui étaient auparavant déconsidérées et tenues pour incapables d'assurer la formation de l'esprit. L'éducation scientifique et mathématique de l'ingénieur est désormais reconnue au même titre que celle, humaniste et classique, du savant universitaire. Le personnage du technicien, et plus généralement de ceux qui maîtrisent l'utilisation pratique des mathématiques, obtient progressivement au cours du XIX[e] siècle une nouvelle reconnaissance sociale.

La politique scientifique saxonne en matière de formation des enseignants de mathématiques pratiques

Dès 1836, l'Institut de formation technique de Dresde forme l'essentiel des enseignants des écoles professionnelles. Il n'existe alors en Saxe aucune institution responsable de la formation des enseignants de mathématiques. Le ministère de l'intérieur va mettre en place un système de sélection pour les écoles secondaires professionnelles. Cette démarche est possible car il contrôle directement les établissements et peut choisir d'affecter un mathématicien d'une école à une autre. La formation des enseignants est assurée par l'Institut de Dresde, ou plus ponctuellement par l'Académie des mines de Freiberg. Les meilleurs étudiants sont affectés dans les écoles professionnelles, de manière temporaire ou permanente.

Si l'on considère uniquement les trois écoles de Chemnitz, Plauen et Zittau, entre 1836 et 1851, on peut voir sur la figure 20 que dix des dix-sept enseignants de mathématiques ont étudié à l'Institut de formation technique de Dresde. Un seul, Julius Krause, n'est pas Saxon, et l'on ne connaît pas les études qu'il a pu suivre [143] ; trois ont fréquenté la *Bergakademie* de Freiberg et plusieurs ont été inscrits pendant une ou deux années à l'université de Leipzig après leurs études dans un institut technique. Seuls deux de ces enseignants ont réalisé tout

142. Drobisch, 1832, pp. 49-50 : « *Ist also dem Staate daran gelegen, daß Beamte und Volkslehrer fortwährend ein gewisses intellectuelles Übergewicht behaupten, so muss er von ihnen Kenntnisse fordern, die unmittelbar praktische Grundsätze enthalten, auf deren Ausübung Künste, Gewerbe und Handeln beruhen* ».

143. Voir sa notice biographique p. 507.

leur cursus dans des établissements universitaires. Dès l'ouverture des écoles professionnelles, l'université n'est donc pas le lieu privilégié de formation des enseignants. Ils sont le plus souvent recrutés directement par le ministère de l'intérieur, et celui-ci privilégie les anciens étudiants de l'Institut de formation technique.

Nom	**Lieu d'étude**	**Lieu d'enseignement**	**Dates**
Rühlmann	Institut de Dresde	École professionnelle de Chemnitz	1836-1840
Schenker	Institut de Dresde	*idem*	1837-1839
von Bünau	Université de Leipzig, Académie des arts de Dresde, Institut polytechnique de Vienne	*idem*	1839-1855
Schmidt	Institut de Dresde	*idem*	1840
Hülße	Académie de Freiberg, université de Leipzig	*idem*	1840-1850
Baltzer	Université de Leipzig	*idem*	1841-1842
Ludwig	Académie de Freiberg, université de Leipzig	*idem*	1840-1867
Junge	*autodidacte*	*idem*	1846-1850
Thieme	Université de Leipzig, université de Berlin	École professionnelle de Plauen	1836-1873
Kohl	Institut de Dresde	*idem*	1836- ?
Bleyl	Institut de Dresde	*idem*	1841- ?
Preßler	Institut de Dresde	École professionnelle de Zittau	1836-1840
Krause	? (*Bavière*)	*idem*	1840- ?
Hallbauer	Académie de Freiberg	*idem*	1840-1846
Schmidt	Institut de Dresde	*idem*	1845-1855
Obereit	Institut de Dresde, université de Leipzig	*idem*	1845, 1848-1855
Dietzel	Institut de Dresde, université de Leipzig	*idem*	1847- ?

Figure 20 – Enseignants de mathématiques des Écoles professionnelles de Chemnitz, Zittau et Plauen recrutés entre 1836 et 1851 (source : Notices biographiques des mathématiciens saxons, *infra* pp. 490-528).

L'exemple de Ludwig Edmund Hermann Obereit (1821-1906) illustre ce nouveau rôle de l'État : né à Dresde, il obtient son certificat de maturité à la *Nikolaischule* de Leipzig, avant d'étudier à l'Institut de formation technique de Dresde (1835-1840) puis à l'université de Leipzig (1840-1842) [144]. Le ministère lui propose ensuite un poste de répétiteur à l'Institut de formation technique (1843), avant de l'affecter au remplacement temporaire de T.S. Franke qui effectue alors un voyage scientifique de deux mois en Angleterre. En 1845, il

144. Voir sa notice biographique p. 513.

est nommé en remplacement de J. Krause à l'École professionnelle moyenne de Zittau [145]. Il ne semble plus y être l'année suivante, mais obtient dans ce même établissement un poste fixe vers 1848. Comme il contrôle l'ensemble des institutions d'enseignement et de formation technico-professionnelles, le ministère de l'intérieur peut à la fois assurer la continuité des enseignements, orienter certains mathématiciens vers le secondaire et d'autres vers le supérieur.

Si l'Institut de Dresde sert à la formation des futurs enseignants, le ministère de l'intérieur semble utiliser l'École professionnelle supérieure de Chemnitz comme une institution d'évaluation des professeurs de mathématiques. Le contrôle croissant de l'administration lui donne une grande latitude dans la nomination et la mutation des personnels de la filière technique ; le ministère utilise cette possibilité pour diriger et ajuster sa politique scientifique. Pour les mathématiques, qui sont une matière cruciale dans l'enseignement technique, cela permet par exemple de recruter un professeur dans un institut secondaire avant de le faire passer dans le supérieur [146], ou encore de parer rapidement au départ d'un enseignant et d'assurer ainsi la continuité des cours. L'école de Chemnitz illustre parfaitement cette politique scientifique puisque sept enseignants ou professeurs de mathématiques se succèdent sur la période 1836-1841 ; il nous est possible de suivre ces évolutions en étudiant les programmes de l'établissement.

Lors de l'ouverture en 1836, Rühlmann et Schenker sont chargés des cours de mathématiques. En 1839, ce dernier quitte l'établissement pour devenir professeur à l'Académie de Reval. Au siècle précédent, le départ d'un enseignant de premier plan peu après la création d'un établissement pouvait compromettre l'existence même du projet [147]. Le ministère nomme alors à sa place Heinrich von Bünau (1808-1855). Ancien étudiant de l'université de Leipzig et de l'Académie des arts de Dresde, il a bénéficié d'une bourse pour étudier à l'Institut polytechnique de Vienne [148]. Avant d'être nommé à Chemnitz, il est enseignant de mathématiques à l'École de construction de Leipzig, également contrôlée par l'administration de l'intérieur. Au début de l'année scolaire 1840, Rühlmann accepte de son côté un poste à l'École professionnelle supérieure de Hanovre. Un étudiant fraîchement diplômé de l'Institut de Dresde, Hermann Theodor Schmidt, assure son remplacement temporaire [149]. La même

145. Lindemann, 1845, pp. 18-19.

146. S. Luther souligne que les écoles professionnelles servent souvent de première affectation pour les enseignants - pas seulement en mathématiques. Sur 21 enseignants actifs à l'École professionnelle de Chemnitz entre 1836 et 1847, il en recense 6 qui sont ensuite employés dans un institut technique supérieur ou une université (Luther, 2003, p. 35).

147. Ceci est encore valable au début du XIX^e^ siècle : en 1802, la mort d'un seul enseignant fait échouer le projet de création d'une école forestière en Saxe, repoussant à 1816 l'apparition d'une Académie dirigée par l'État (voir ci-dessus, p. 263).

148. Voir sa notice biographique p. 495.

149. GBC, 1841, p. 16. Originaire de Dresde, il est distingué et récompensé dès sa première année en 1836, puis diplômé en 1840 (voir Hülße, 1853, p. 36 et p. 45).

année, le directeur de l'École est remplacé par le mathématicien Julius Ambrosius Hülße (1812-1876), jusque-là enseignant de mathématiques dans le secondaire à Leipzig. À la rentrée suivante, en 1841, c'est Heinrich Richard Baltzer (1818-1887), tout juste diplômé de l'université de Leipzig, qui devient temporairement enseignant de mathématiques aux côtés de von Bünau [150]. Après le premier semestre, il se voit proposer une place à la *Kreuzschule* de Dresde et quitte l'établissement puisque sa formation universitaire le destine plutôt à l'enseignement secondaire classique. Il est immédiatement remplacé par Hermann Friedrich Theodor Ludwig (?-1867), ancien étudiant de l'Académie des mines et de l'université de Leipzig, qui travaille alors à l'Institut d'arpentage de Dresde, également dirigé par le ministère de l'intérieur [151].

À l'Institut de formation technique, le nouveau programme de 1838 n'apporte pas de modification importante des matières mathématiques. La principale innovation est l'apparition d'une quatrième classe dans le cursus inférieur. Il s'agit d'un dédoublement de certaines matières mathématiques de la troisième classe où le nombre d'élèves est trop important [152]. Le cours de géométrie descriptive (75 élèves) passe de 3 à 6 heures, et le cours de calcul (84 élèves) de 5 à 8 heures. Cette quatrième classe est cependant qualifiée de classe préparatoire (*Vorbereitungsklasse*) ; elle sert surtout à pallier les déficiences de l'enseignement secondaire saxon afin de s'assurer que les élèves arrivant en troisième classe maîtrisent les éléments d'arithmétique et de géométrie. Pour dispenser ces enseignements, un assistant de mathématiques est recruté en 1837 en la personne de Karl Kuschel (1814-1899), ancien étudiant entré à l'Institut en 1834 [153]. Il est également chargé dans un premier temps des cours de mathématiques à l'École de construction [154] et à l'école du dimanche. En 1840, il est nommé deuxième enseignant et deviendra professeur en 1862.

À partir de 1838, c'est Franke qui est chargé de l'essentiel des mathématiques supérieures. Outre la comptabilité, la géométrie et la trigonométrie, il enseigne l'analyse et la mécanique supérieure [155]. Schubert, qui est devenu un ingénieur de premier plan et participe activement à la révolution industrielle saxonne, se spécialise progressivement dans la théorie des machines et le domaine technique ; il ne conserve que le cours de mathématiques appliquées. Sous son impulsion, l'Institut de Dresde dispense un enseignement de haut niveau dans l'objectif de former des ingénieurs efficaces. Les mathématiques pures possèdent la double utilité d'apprendre aux étudiants le raisonnement rationnel tout en leur fournissant

150. GBC, 1842, p. 21. Voir sa notice biographique p. 492.
151. GBC, 1843, p. 37. Voir sa notice biographique p. 510.
152. Voir figure 19 ci-dessus, et Hülße, 1853, pp. 41-42.
153. Voir sa notice biographique p. 507.
154. L'École de construction (*Bauschule*) a été entre temps rattachée à l'ancienne troisième section et fait donc administrativement partie de l'Institut de formation technique.
155. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15076, pp. 107r-108v.

des outils théoriques pour résoudre les problèmes concrets auxquels ils seront confrontés, comme en témoigne ce programme daté de 1842 :

> « *b. Mathématiques appliquées* (prof. Schubert) : en suivant le point de vue exposé en mathématiques pures, il n'est pas possible d'exposer cette partie des sciences, l'une des branches d'enseignement les plus importantes de l'Institut, avec l'idée dominante de ne montrer les mathématiques que dans leurs applications, et de ne résoudre que des exercices qui sont sans valeur pour la pratique ; ces sciences seront plutôt fondées de manière strictement mathématique, pour chacune de leurs parties, et pour autant que cela est possible de manière rationnelle, sans batifoler avec les mathématiques pures. Le contenu d'enseignement et sa relation à la pratique jouent le rôle principal, tandis que les mathématiques pures n'apparaissent que comme servantes. » [156]

Les programmes des instituts techniques et leur importance dans la diffusion des connaissances

À partir du milieu des années 1830, il existe donc en Saxe une filière d'enseignement technico-scientifique capable de former ses propres enseignants et de délivrer une formation en mathématiques de haut niveau. Le but de ces établissements est dans un premier temps d'encourager le commerce et les manufactures. La volonté de rattraper l'avance industrielle de l'Angleterre, que Schubert a pu constater *de visu* en 1834, prend progressivement le pas et amène une volonté de recherche technique et scientifique. Le gouvernement suit les conseils de mathématiciens, au premier rang desquels on trouve Schubert lui-même. L'Institut de formation technique s'oriente progressivement vers une éducation scientifique de haut niveau, afin de préparer des ingénieurs pour l'industrie et les transports. Son rôle n'est plus seulement d'améliorer les manufactures et les procédés de fabrication qui existent déjà. Il faut également réaliser, enseigner et diffuser rapidement de nouvelles découvertes techniques et scientifiques, en particulier dans le domaine de la vapeur, afin d'éviter la dépendance vis-à-vis de l'étranger.

Les instituts techniques ont été créés à la fois pour enseigner des connaissances et pour réunir en un même lieu divers professeurs et permettre des améliorations technologiques. Ces établissements sont cependant peu adaptés pour la diffusion des méthodes et techniques hors du cercle des étudiants, alors même que c'est un des buts visés par le ministère de l'intérieur. Le directeur de l'Institut de Dresde, W.G. Lohrmann, est conscient de ce problème. Dans une lettre adressée au ministère, il explique au début de l'année 1836 vouloir diffuser des

156. TBA, 1842, p. 73 : « b. Angewandte Mathematik *(Prof. Schubert). Dem bei der reinen Mathematik ausgestellten Gesichtspuncte zufolge, kann bei dem Vortrage dieser, zu den wichtigeren Lehrbranchen der Anstalt gehörigen, Zweige der Wissenschaft nicht die Absicht vorherrschen, nur die Mathematik in ihren Anwendungen zu zeigen und Aufgaben zu lösen, die für die Praxis ohne Werth sind ; die genannte Wissenschaften werden vielmehr in allen ihren Theilen, insoweit dieß auf eine rationelle Weise möglich ist, ohne mit der reinen Mathematik zu tändeln, streng-mathematisch begründet. Der Lehrstoff und seine Beziehung zur Praxis spielt die Hauptrolle, die reine Mathematik aber tritt nur als Dienerin auf.* » C'est l'auteur du programme qui souligne.

programmes en dehors des établissements d'enseignement. Ces publications seraient distribuées dans les journaux locaux saxons comme le *Leipziger Zeitung* et le *Dresdner Zeitung*, ainsi que comme publication indépendante. Il estime le coût à 48 talers pour une impression séparée de 500 exemplaires et propose le contenu suivant :

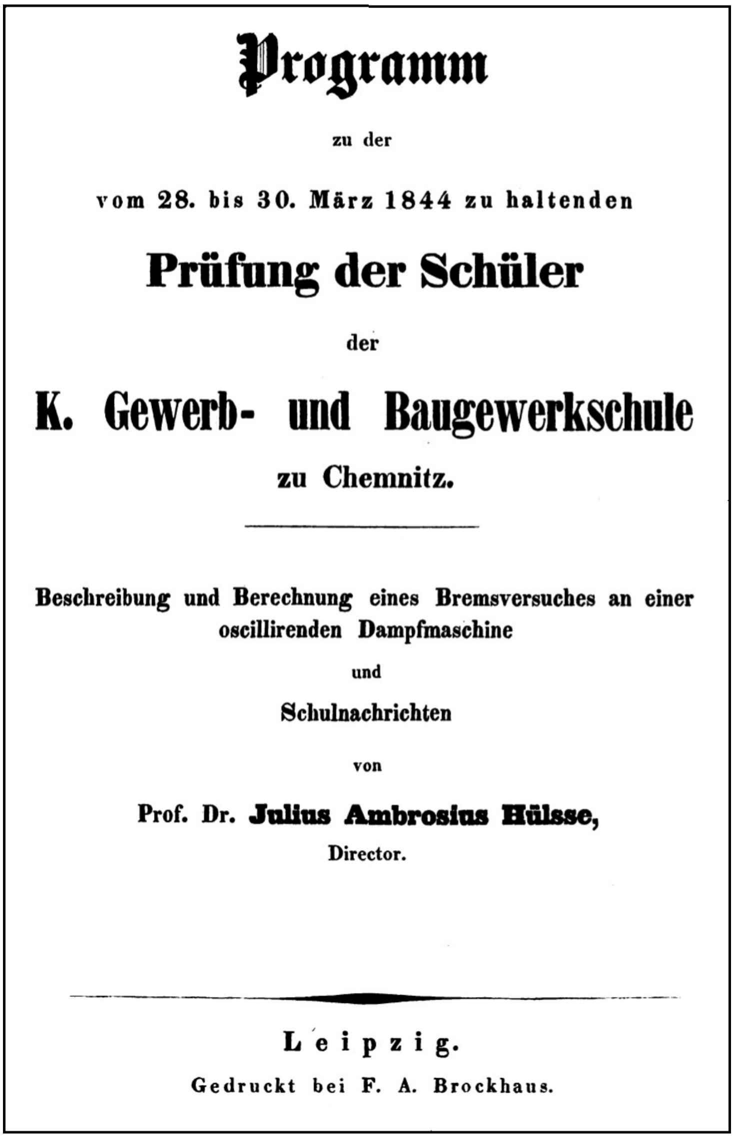
> « intégrer 1. un aperçu statistique et historique des progrès et de l'organisation la plus récente de l'établissement, 2. un travail du domaine des mathématiques et de la mécanique, 3. un travail du domaine de la chimie, et de mesurer ces travaux de sorte à ce que le programme remplisse 4 ou 6 feuillets » [157].

Un feuillet comprenant en règle générale à 16 pages, un programme compte au total 64 à 96 pages, parfois un peu plus. Il doit à la fois faire connaître l'établissement et diffuser dans tout l'espace saxon la culture scientifique et les innovations qui y sont produites. À partir de 1836, l'Institut de formation technique publie ainsi chaque année un programme qui contient, outre des informations sur l'établissement, un mémoire ou article scientifique écrit par l'un des professeurs (voir un exemple de couverture ci-dessous, figure 21). Pour les deux premières décennies, la liste de ces publications est donnée dans l'annexe G., p. 438. Les mémoires scientifiques (*wissenschaftliche Abhandlungen*) publiés par ce biais forment un type de littérature scientifique peu étudié alors même qu'ils sont très répandus en Allemagne tout au long du XIXe siècle. Vers 1850, pratiquement tous les établissements secondaires, et certains instituts supérieurs, publient annuellement un mémoire scientifique pour accompagner leur compte rendu d'activité. G. Schubring, qui a proposé une étude détaillée de ces programmes dans les écoles secondaires classiques (*Schulprogrammen*), souligne leur importance pour l'histoire des mathématiques ainsi que pour l'histoire de l'enseignement et de sa professionnalisation [158].

Les mémoires des établissements techniques n'ont pour leur part fait l'objet d'aucune étude systématique ; ils forment pourtant un témoignage direct de la diffusion des innovations technologiques et de l'utilisation des mathématiques dans le domaine industriel. Leur but est en effet bien différent de ceux produits par les écoles secondaires classiques, qui sont le plus souvent consacrés à des sujets philologiques ou historiques. Les thèmes mathématiques y sont bien moins représentés et abordent principalement des questions de pédagogie, d'histoire des mathématiques ou de mathématiques théoriques élémentaires. Ils s'adressent donc le plus souvent aux élèves ou servent de tribune au *Mathematicus* pour publier des articles de mathématiques pures. Les mémoires des écoles techniques veulent pour leur part contribuer à diffuser largement, c'est-à-dire également auprès des fabricants, manufacturiers et industriels, les utilisations possibles des mathématiques pratiques.

L'exemple de l'Institut de formation technique pousse alors le gouvernement saxon,

157. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15073, pp. 12v-13r : « *1. eine geschichtliche statistische Übersicht über das Fortschreiten und die endliche Organisation der Anstalt, 2 eine Arbeit aus dem Bereiche der Mathematik und Mechanik, 3. eine Arbeit aus dem chemischen Fache aufzunehmen und diese Arbeiten dergestalt abzumessen, daß selbige 4 bis 6 Druckbogen*



Programm

zu der

vom 28. bis 30. März 1844 zu haltenden

Prüfung der Schüler

der

K. Gewerb- und Baugewerkschule

zu Chemnitz.

Beschreibung und Berechnung eines Bremsversuches an einer oscillirenden Dampfmaschine

und

Schulnachrichten

von

Prof. Dr. **Julius Ambrosius Hülsse,**

Director.

Leipzig.

Gedruckt bei F. A. Brockhaus.

Figure 21 – Couverture du programme de la *höhere Gewerbeschule* de Chemnitz, contenant un mémoire de J.A. Hülße, *Description et calcul d'un essai de frein sur une machine à vapeur à oscillation* (1844).

dès 1836, à demander à chaque école technique de publier chaque année un compte rendu d'activité. L'ordonnance ministérielle précise que ces programmes « doivent contenir, outre un aperçu statistique de l'état de l'établissement, un mémoire sur un sujet technique, autant que possible d'utilité publique, à savoir alternativement dans le domaine de la mécanique et dans celui des sciences naturelles » [159]. La recherche de l'utilité publique (*Gemeinnutz*) implique de s'adresser à la fois au public des étudiants et à celui, plus large, des artisans

erfüllen ».

158. Schubring, 1986, pp. iv-vi.

159. Kohl, 1837, p. 17 : « *neben der statistischen Übersicht des Zustandes der Anstalt eine Abhandlung über einen technischen, möglichst gemeinnützigen Gegenstand, und zwar abwechselnd aus dem Gebiete der Mechanik und Naturwissenschaften, enthalten soll.* »

et des industriels saxons. Le mémoire publié dans le programme de l'École de Plauen en 1837, rédigé par F.G. Kohl, intitulé « Quelques remarques sur la théorie des projections, en lien avec l'utilité qu'elle exerce dans les arts et le commerce », s'adresse explicitement aux artisans, tailleurs de pierre, tourneurs sur bois ou métal, mécaniciens, architectes, ingénieurs, administrateurs des forêts, caméralistes, constructeurs de machines ou de moulins, à ceux aussi qui possèdent des filatures ou des manufactures [160].

Les mathématiques, et en particulier les mathématiques pratiques, sont très représentées dans les mémoires publiés annuellement par ces écoles professionnelles. Une liste complète des mémoires technico-scientifiques des trois écoles de Chemnitz, Plauen et Zittau est fournie en annexe [161]. Sur les 62 publications que nous avons identifiés à Dresde, Chemnitz, Plauen et Zittau, 36 sont rédigés par des professeurs de mathématiques. Les sujets abordés sont très divers ; certains ont un contenu tout à fait élémentaire et s'adressent explicitement à ceux qui maîtrisent peu ou pas les mathématiques. Le premier mémoire scientifique de T. Schenker, qui paraît en 1838 dans le programme de l'École de Chemnitz, intitulé *Contribution à l'art de jauger* (*Beiträge zur Visirkunst*), illustre assez bien cet objectif de rendre les mathématiques utiles dans la vie civile, y compris à ceux qui n'ont pas fait d'études scientifiques. Schenker critique d'une part le caractère imprécis des méthodes habituellement employées pour évaluer la contenance d'un tonneau, par approximations cylindriques ou coniques. Il constate d'autre part l'insuffisance des réponses des mathématiciens « qui sont belles et faciles à représenter, mais ne peuvent être utilisées par le tonnelier » [162]. Il propose donc des méthodes algébriques à la fois précises et simples, qui évitent toute référence aux mathématiques supérieures, en divisant les tonneaux en portions d'ellipses de grand et petit axes variables. Il donne ensuite, pour chaque type de barrique, une formule qui permet, à partir d'un petit nombre de données observables, de calculer rapidement une bonne approximation du volume. Ce travail illustre tout à fait le but de l'École de Chemnitz, résumé dans le même programme de 1838 :

> « Dans les écoles professionnelles, les enseignants doivent particulièrement remplir la tâche de donner, à ceux qui pensent se destiner à la vie professionnelle pratique dans le domaine de l'artisanat ou de la manufacture, l'occasion d'obtenir une formation scientifique qui corresponde à leurs besoins, et en particulier de contribuer par ce moyen au perfectionnement de l'industrie de leur pays natal. » [163]

160. Kohl, 1837, pp. 9-13 : *Handwerker, Steinmetz, Holz- und Metalldreschsler, Mechaniker, Architekt, Ingenieur, Forstbeamte, Cameraliste, Machinen- und Mühlenbauer, Spinnerei- und Fabrikbesitzern.*

161. Voir respectivement les annexes H.1, p. 439 ; H.2, p. 440 et H.3, p. 441.

162. Schenker, 1838, p. 2 : « *welche in der Darstellung leicht und schön sind, aber von dem Böttcher nicht angewendet werden können* ».

163. Schenker, 1838, p. 18 : « *Bei der Gewerbeschule insbesondere haben die Lehrer die Aufgabe zu lösen, denjenigen, die sich dem practischen Gewerbeleben im Bereiche des Handwerks- oder Fabrikbetriebs zu widmen gedenken, Gelegenheit zu Erlangung einer ihrer Bedürfnissen entsprechenden wissenschaftlichen Ausbildung darzubieten und dadurch insbesondere zur Vervollkommung des vaterländischen Gewerbewesens beizutragen.* »

Les thèmes abordés ont généralement un intérêt économique immédiat. Les domaines les mieux représentés sont la construction de machines et le bâtiment [164], ainsi que l'utilisation de la vapeur [165]. Il existe cependant une grande variété d'utilisations possibles des mathématiques selon les compétences et les spécialités de chaque mathématicien. En économie, F.E. Thieme écrit en 1843 un mémoire sur « L'amortissement des dettes communales » tandis que J.A. Hülße publie en 1856 un article « Sur les caisses de maladie et d'assistance pour les classes populaires les moins aisées » [166]. Il s'agit à chaque fois d'études centrées sur la Saxe, qui contiennent des réflexions théoriques accompagnées de propositions concrètes. On trouve également, principalement dans les établissements supérieurs de Dresde et Chemnitz, des mémoires consacrés aux mathématiques pures ou aux mathématiques appliquées qui traitent par exemple du calcul différentiel, de la théorie des tangentes ou de la méthode des moindres carrés [167]. Le niveau de ces publications est hétérogène, ce qui reflète une grande variété de buts chez les auteurs. Mais ils témoignent de la volonté, dans les institutions techniques saxonnes, de diffuser le plus largement possible des savoirs mathématiques désormais indispensables.

Dans certaines villes, les établissements techniques mettent leurs collections d'instruments mathématico-physiques à disposition des techniciens qui travaillent dans les ateliers et les manufactures. En 1844, on trouve dans le programme scolaire de Chemnitz ce témoignage : « il a été permis à l'association des artisans locaux, avec autorisation de l'administration, d'utiliser la collection d'appareils physiques pour les cours de physique à dispenser aux élèves de l'école du dimanche, que Monsieur Ludwig a actuellement repris, avec des conditions qui respectent l'intérêt de l'établissement. » [168] Les enseignements eux-mêmes témoignent du souci constant de transmettre aux élèves des savoirs concrets. Prenons par exemple le cours de géométrie pratique, qui doit enseigner les principes de l'arpentage ainsi que l'utilisation de la trigonométrie dans les opérations de triangulations. Répandu dans de nombreuses institutions, il prend à Chemnitz une tonalité très particulière :

> « Pour les exercices de géométrie pratique, on a généralement utilisé 7 planchettes

---

164. Dresde : 1839, 1845, 1849, 1854 ; Chemnitz : 1837, 1844 ; Zittau : 1840, 1842, 1847 ; Plauen : 1840, 1841, 1844, 1845.

165. Dresde : 1836 ; Chemnitz : 1844, 1847, 1850.

166. « Die Tilgung Von Communschulden » (Plauen, 1843) ; « Über Kranken- und Versorgungscassen für die weniger bemittelten Bevölkerungsclassen » (Dresde, 1856).

167. « Die Reihenentwickelungen der Differenzial- und Integralrechnung » (O. Schlömilch, Dresde, 1851), « Die Theorie der Tangenten, nebst einem Anhange, einige Summenformeln enthaltend » (O. Fort, Dresde, 1852), « Über die Berechnung von Beobachtungen durch die Methode der kleinsten Quadratsummen » (J.A. Hülße, Chemnitz, 1841).

168. GBC, 1844, p. 19 : « *Dem hiesigen Handwerkervereine wurde mit Genehmigung der Behörde der Mitgebrauch des physikalischen Apparates bei dem für die Sonntagsschüler zu ertheilenden physikalischen Unterrichte, welchen gegenwärtig Herr Ludwig übernommen hat, unter den das Interesse der Anstalt wahrenden Bedingungen gestattet.* » Il s'agit d'H.F.T. Ludwig, par ailleurs enseignant de mathématiques à l'École professionnelle de Chemnitz.

> [*Messtischen*] en même temps ; au cours de l'été, 18 levées de plans et 7 nivellements ont pu être terminés ; parmi les premières se trouvent les relevés très complets de quelques domaines et la mise au point d'un réseau de plus de cent points principaux en ville et dans les environs, dans le but de terminer petit à petit le relevé de toute la ville, dont quelques sections sont déjà bien avancées. De plus, le relevé détaillé hautement pénible du cimetière local a été terminé. » [169]

Ces mesures, qui sont en cours depuis plusieurs années et se poursuivent dans les programmes suivants, illustrent à quel point l'école, ses enseignants et leurs élèves sont intégrés dans la vie technique et économique de la ville : en l'occurrence, c'est l'école qui est chargée de l'arpentage et de la réalisation du nouveau cadastre. Ces travaux sont rémunérés par la ville ou les personnes privées dont les domaines sont relevés, sous forme de dons à l'école ou aux élèves.

Sur la bibliothèque de l'Institut de formation technique

Il existe une réelle intégration entre les divers instituts techniques, qu'ils soient élémentaires comme les écoles du dimanche, secondaires comme les *Gewerbeschulen* de Zittau et Plauen, ou supérieurs comme les Académies de Freiberg et Tharandt, l'École professionnelle de Chemnitz ou l'Institut de formation technique de Dresde. Cette intégration, qui concerne l'ensemble des disciplines scientifiques, prend plusieurs formes : communication entre les professeurs, enseignants et ingénieurs de l'industrie, échanges de publications scientifiques ou encore mutations par le ministère de professeurs d'un établissement à l'autre. Ces institutions sont toutes sous le contrôle des ministères des finances ou de l'intérieur (voir annexe B.2, p. 425) qui possèdent une grande latitude pour placer les enseignants aux postes qu'ils jugent les plus appropriés.

Deux autres conséquences de ce phénomène méritent d'être soulignées : d'une part il s'agit d'un puissant vecteur de diffusion des connaissances puisque ces mutations accentuent la circulation des individus et donc des manuels, des livrets scientifiques et des méthodes d'enseignements. En ce sens il s'agit d'un facteur renforçant la cohésion de la communauté des enseignants de mathématiques. D'autre part l'harmonisation des programmes s'en trouve favorisée : contrairement à l'université, où certains professeurs n'ont qu'une connaissance vague ou ancienne des enseignements du secondaire, les instituts techniques supérieurs ont souvent comme professeurs de mathématiques d'anciens enseignants des écoles professionnelles moyennes qui connaissent précisément le niveau et les difficultés des élèves. Une fois de

169. GBC, 1844, p. 19 : « *Bei den Übungen in praktischer Geometrie wurde gewöhnlich gleichzeitig mit 7 Messtischen gearbeitet ; Im Laufe des Sommers konnten 18 Aufnahmen und 7 Nivellements vollendet werden ; unter ersteren befinden sich einige sehr umfängliche Aufnahmen von Landgütern und die Anfertigung eines Netzes über mehr als 100 in der Stadt und Umgegend liegende Hauptpunkte zum Behufe einer nach und nach zu vollendenden Aufnahme der ganzen Stadt, von welcher ein paar Abtheilung auch schon ziemlich weit vorgeschritten sind. Ferner wurde die höchst mühevolle Detailaufnahme des hiesigen Friedhofes vollendet.* »

plus, le rôle du gouvernement dans l'organisation de la politique scientifique est déterminant : c'est lui qui encourage la diffusion des programmes scientifiques, qui organise le recrutement et la circulation des enseignants.

L'étude de la diffusion des manuels et des programmes scientifiques renforce ce constat. L'Institut de formation technique de Dresde reçoit de toute l'Allemagne de nombreux programmes scolaires, qui ont une double utilité : on y trouve à la fois des mémoires scientifiques et une description de l'organisation des établissements. La Saxe peut ainsi se tenir au courant des réformes effectuées dans les autres États. Les programmes des *Gewerbeschulen* de Berlin, Cassel, Bavière sont ainsi répertoriés dans la bibliothèque de l'Institut. On y trouve surtout les collections complètes des programmes des Écoles professionnelles de Chemnitz, Zittau et Plauen. Dans le domaine des mathématiques, ces livrets sont souvent doublement répertoriés, une première fois en tant que programme scolaire et une seconde fois selon leur contenu scientifique. La présence à Dresde de ces programmes corrobore l'idée selon laquelle ces mémoires étaient réellement un support pour l'enseignement et la diffusion de connaissances. La bibliothèque contient même certains programmes scolaires d'écoles classiques, lorsque le mémoire scientifique possède un réel intérêt mathématique. C'est par exemple le cas d'une étude statistique de la mortalité en Saxe, publiée dans le programme de la *Nikolaischule* de Leipzig en 1839 [170].

La bibliothèque de l'Institut de Dresde est richement dotée et fait l'objet d'un soin particulier de la part du ministère qui est notamment à l'initiative de l'édition régulière d'un catalogue. Elle permet de réunir l'ensemble de la littérature en mathématiques pratiques et dans les autres sciences de l'ingénieur. Le catalogue de 1843 montre l'intégration de l'établissement dans l'espace mathématique germanophone en général et saxon en particulier ; y figurent bien sûr tous les exemplaires du *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, mais également l'autre journal de Crelle, le Journal d'architecture (*Journal für die Baukunst*), qui s'adresse à un public d'ingénieurs [171]. On trouve également le *Zeitschrift für Physik und Mathematik*, édité à Vienne par Andreas Baumgartner et Andreas von Ettinghausen depuis 1826, ainsi que les *Archiv der Mathematik und Physik* de Johann August Grunert (1797-1872), publiées depuis 1841 à Greifswald. Le catalogue indique aussi la présence de périodiques étrangers, comme le *Journal de l'École polytechnique*, les *Mémoires* et les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences de Paris* [172].

La bibliothèque s'adresse cependant à un public qui dépasse largement celui des étu-

170. Hülße, 1839. Les différents mémoires cités se trouvent dans Katalog, 1843, pp. 50-51, 170-171, 221-222.

171. Katalog, 1843, p. 17 et p. 123.

172. Katalog, 1843, p. 16 et p. 169. En dehors du domaine des mathématiques, la bibliothèque contient bien sûr de nombreux périodiques sur la chimie, la physique, la construction, domaines dans lesquels les publications anglaises sont particulièrement bien représentées.

diants et des professeurs. L'accès en est libre et gratuit pour tous, si bien qu'au milieu des années 1840 « on voit de plus en plus de manufacturiers, d'hommes de toutes catégories sociales qui fréquentent ses locaux et y trouvent conseil » [173]. Son utilité est donc à la fois scientifique et pratique : elle doit rassembler les découvertes théoriques, mais aussi diffuser les méthodes qui possèdent un intérêt économique pour l'État. C'est pour cette raison que l'on y trouve aussi les programmes des écoles du dimanche, des écoles professionnelles et des écoles techniques, ainsi que les comptes rendus des diverses associations industrielles de Saxe. Les connaissances en mathématiques pratiques possèdent ainsi leurs propres canaux de circulation à l'intérieur desquels les divers établissements techniques allemands sont très bien reliés entre eux. Non seulement ces institutions sont loin de se cantonner à une activité d'enseignement, mais les résultats de leurs travaux sont largement diffusés. Ce fait est aujourd'hui peu ou mal perçu, car les modes de transmission de cette littérature diffèrent souvent de ceux des mathématiques universitaires.

3.3.2 L'essor des mathématiques supérieures et la création de l'École polytechnique

Au milieu du XIX^e^ siècle, l'Institut de formation technique est au sommet d'une filière dédiée à l'enseignement technico-scientifique et devient progressivement une École polytechnique. En 1846, un nouveau programme est mis en place. La quatrième classe servait jusque-là de classe préparatoire pour ceux qui ne possédaient pas le niveau suffisant pour entrer à l'Institut. Avec l'essor des Écoles professionnelles, cette disposition n'a plus lieu d'être et elle devient alors une classe comme les autres, rallongeant de fait le cursus d'un an. Il s'agit d'un premier pas vers un enseignement plus mathématisé, comme l'indique le programme de l'Institut : « dans ces conditions, le nombre d'heures de dessin dans cette classe pouvait être diminué, tandis que les enseignements de mathématiques et d'allemand étaient augmentés de quelques heures » [174]. Le cursus supérieur est lui aussi considérablement renforcé dans le domaine des mathématiques, pour aboutir au plan suivant [175] :

173. Katalog, 1843, introduction : « *man sieht auch immer mehr Gewerbetreibende und Männer aus allen Ständen ihre Räume besuchen und Rath sich erholen* ». Voir le règlement de la bibliothèque pp. v-vii.

174. TBA, 1846, p. 47 : « *Unter diesen Umständen konnte die Zahl der Zeichenstunden in dieser Klasse etwas vermindert, dagegen die der mathematischen und deutschen Lectionen um einige Stunden vermehrt werden* ».

175. Données obtenues à partir de TBA, 1846, pp. 42-46.

Cursus inférieur :

- Classe 4 :
  - Arithmétique, jusqu'aux équations du premier degré (5 heures hebdomadaires)
  - Géométrie, jusqu'à la théorie du cercle (5 heures hebdomadaires)
- Classe 3 :
  - Arithmétique, jusqu'aux équations du troisième degré, les progressions et les équations logarithmiques (5 heures hebdomadaires)
  - Stéréométrie et trigonométrie plane (4 heures hebdomadaires)
  - Théorie des projections (8 heures hebdomadaires)
- Classe 2 :
  - Mathématiques : trigonométrie sphérique et géométrie descriptive (6 heures hebdomadaires)
- Classe 1 :
  - Mathématiques : géométrie descriptive (suite) et géométrie analytique (6 heures hebdomadaires)

Cursus supérieur :

- Classe 2 :
  - Mathématiques supérieures (6 heures hebdomadaires)
  - Géodésie supérieure (3 heures hebdomadaires)
  - Physique supérieure (3 heures hebdomadaires)
- Classe 1 :
  - Mathématiques supérieures (6 heures hebdomadaires)
  - Mécanique supérieure (5 heures hebdomadaires)
  - Physique supérieure (3 heures hebdomadaires)

Le programme de 1846 présente une rupture dans l'organisation de l'Institut de formation technique, qui va aboutir cinq ans plus tard à sa requalification en École polytechnique. Nous voyons pour la première fois disparaître la distinction entre mathématiques élémentaires et mathématiques supérieures. Si le terme de mathématiques supérieures est bien utilisé dans le cursus supérieur, on remarque aussi que le cursus inférieur propose des enseignements de géométrie analytique. Or les quatre premières années étaient jusqu'alors considérées comme une entité séparée : leur but était de former des techniciens et excluait donc toute connaissance scientifique superflue. Dans le programme de 1844, il est encore indiqué que « ce cursus [inférieur] forme un ensemble cohérent et contient les sciences techniques principales et auxiliaires, à l'exclusion des mathématiques supérieures, et leurs applications, ainsi qu'une formation aux compétences techniques, en particulier en dessin » [176]. Comme à l'Académie

176. TBA, 1844, partie 2, p. 1 : « *Es bildet dieser Cursus ein Ganzes für sich und umfaßt die technischen*

des mines de Freiberg, un effacement de la frontière entre mathématiques élémentaires et supérieures se produit.

Au milieu du XIX^e^ siècle, on cesse de considérer qu'il existe une différence de nature entre ces deux ensembles de connaissances, et ces termes sont remplacés par la notion plus générale de « mathématiques pures », qui englobe toutes les connaissances théoriques utiles pour une étude scientifique des autres matières. En terme de formation, cela correspond à un abandon de la distinction entre les techniciens et artisans, qui se cantonnaient jusque-là aux mathématiques élémentaires, et les scientifiques, qui se distinguaient par la maîtrise des mathématiques supérieures. Tous sont désormais rassemblés sous le vocable d'ingénieurs, et le cursus est désormais envisagé comme un bloc unique de six années. Il ne s'agit pas seulement d'une hausse du niveau des mathématiques, mais également d'une intégration plus étroite des savoirs théoriques ou appliqués - en particulier en mathématiques supérieures - et des connaissances pratiques ou savoir-faire techniques. L'évolution des techniques et l'essor industriel saxon n'exigent pas seulement des connaissances poussées en mathématiques, celles-ci doivent être rendues utilisables et largement diffusées [177].

À la fin des années 1840, de nouvelles matières - qui font appel aux mathématiques supérieures - sont ajoutées dans le cursus. Un cours de géognosie est créé en 1849, ainsi qu'un cours de construction de ponts. L'année suivante est introduit un enseignement d'astronomie en lien avec la géodésie, puis en 1851 la construction de moulins et l'économie politique [*Volkswirtschaft*] intègrent le programme de l'Institut. C'est à ce moment là que l'Institut reçoit, le 23 novembre 1851, le titre d'École royale polytechnique (*Königliche polytechnische Schule*) [178]. Au-delà d'un simple changement de nom, cette réforme introduit trois sections spécifiques selon l'orientation des étudiants : « construction de machines et mécanique technique », « ingénieur des routes, chemins de fer, hydraulique et ponts » et « chimie pratique ». La distinction entre le cursus inférieur et supérieur disparaît, tous les étudiants suivent un cursus complet de six ans au cours duquel ils se spécialisent progressivement. Les mathématiques supérieures sont à présent enseignées au début de la formation. Toute la mécanique, puis la spécialisation dans un domaine particulier de l'ingénierie durant laquelle les étudiants sont répartis en sections, sont entièrement basées sur elles.

Haupt- und Hülfswissenschaften, mit Auschluß der höheren Mathematik und ihrer Anwendungen, ferner Ausbildung in technischen Fertigkeiten, besonders in Zeichnen ».

177. Voir Kiesewetter, 2007, en particulier son étude des *Gewerbeschulen* pp. 523-527, où il explique notamment que « le soutien [de l'État] avait pour but de mettre à disposition de l'industrie des ouvriers répondant aux exigences techniques de l'époque » (notre traduction).

178. L'année suivante, l'École polytechnique reçoit officiellement la mission d'examiner les futurs arpenteurs saxons, signe supplémentaire de l'étroite imbrication de l'enseignement scientifique et technique. Voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15090, p. 26r, *Regulativ für die Prüfung der Feldmessen zweiten Klasse bei der polytechnischen Schule zu Dresden.*

O. Schlömilch et l'enseignement des mathématiques supérieures

Au milieu du XIXe siècle, le rôle et la place des mathématiques à l'École polytechnique ayant évolué, l'organisation institutionnelle de la discipline est modifiée en conséquence. En 1849, lorsque T.S. Franke quitte l'établissement, une chaire de « mathématiques supérieures et mécanique » est créée. Elle est attribuée à Oskar Schlömilch (1823-1901), qui l'occupe jusqu'en 1874. Né dans l'État voisin de Saxe-Weimar-Eisenach, il étudie à Iéna et Berlin, avant de devenir *Privatdozent* puis professeur ordinaire à l'université d'Iéna en 1847. Son arrivée en 1849 à l'Institut de formation technique suggère que l'établissement est à ce moment devenu aussi prestigieux qu'une université [179]. Spécialiste d'analyse mathématique, il assure les enseignements de géométrie analytique, mathématiques supérieures et mécanique supérieure.

Schlömilch a publié de nombreux manuels, ce qui nous permet de mieux connaître le détail de ses cours à l'École polytechnique. Son *Compendium d'analyse supérieure* (*Compendium der höheren Analysis*) publié en 1853 peut servir de référence, puisqu'il le présente comme « le produit de mes enseignements précédents et en même temps la base de mes futurs enseignements dans cette École polytechnique » [180]. Il s'agit d'un manuel moderne selon les standards de l'époque, dont la première partie est consacrée au calcul différentiel et la seconde au calcul intégral. L'ouvrage étant écrit spécialement pour l'établissement de Dresde, l'auteur suppose donc de son lecteur la connaissance des mathématiques élémentaires et de la géométrie analytique. Schlömilch rompt avec ses prédécesseurs dans sa manière de traiter le calcul supérieur pour les établissements techniques. Auparavant, il s'agissait de présenter les résultats de la manière la plus concise possible, en se restreignant à ce qui était à la fois considéré comme utile (*brauchbar*) et comme nécessaire (*nöthig*) pour appréhender la mécanique supérieure. La présentation de ce manuel, en accord avec la nouvelle politique scientifique de l'État de Saxe, fait un choix différent :

> « Bien qu'il ait été élaboré pour un établissement orienté vers la pratique, espérons que l'on ne remarquera cependant pas cette vocation. Car c'est tout autant le souhait du ministère royal de l'intérieur que ma propre conviction, que l'enseignement des mathématiques dans un établissement d'enseignement technique supérieur doit être dispensé de manière strictement scientifique, et qu'il doit se garder aussi éloigné des expressions philosophiques stériles que d'une disposition trop précoce à la pratique, sans pour cela sacrifier son lien constant

179. Voir sa notice biographique p. 519. Nous ne connaissons pas son salaire exact en 1849, mais celui de son prédécesseur était d'environ 700 talers par an et il est peu probable qu'il ait obtenu une somme substantiellement supérieure. Cette somme étant légèrement inférieure au revenu moyen d'un professeur d'université, c'est probablement la réputation de l'Institut, plutôt que l'incitation financière, qui l'a poussé à quitter Iéna pour Dresde.

180. Schlömilch, 1853, préface : « *das Produkt meiner bisherigen und zugleich die Grundlage meiner künftigen Vorlesungen an der hiesigen polytechnischen Schule* ». Cela est confirmé par le programme de l'École polytechnique de la même année (voir Hülße, 1853, p. 20).

avec celle-ci. » [181]

Les enseignements de ce manuel sont bien plus ambitieux que ceux du programme de 1836 et justifient pleinement l'augmentation du nombre d'heures consacrées à l'analyse supérieure. En 1836, 5 heures hebdomadaires étaient attribuées à une matière qui commençait à un niveau assez bas avec le calcul logarithmique et contenait à la fois l'analyse et la géométrie supérieure. Dans son programme, Schubert annonçait certes traiter le calcul différentiel « entièrement », mais n'entendait par là que la théorie des minima et maxima, tandis que selon lui le calcul intégral « ne comprend par contre que la détermination des intégrales les plus courantes, ainsi que les méthodes pour mettre sous forme intégrable des expressions différentielles données » [182]. En 1853, 10 heures sont consacrées aux mathématiques supérieures. Ce doublement est d'autant plus remarquable que l'on suppose connue la géométrie analytique, qui ne fait donc plus partie du cours. Dans le manuel de Schlömilch, et donc probablement dans ses enseignements, la partie consacrée au calcul différentiel englobe - outre la théorie des minima et maxima - la théorie des séries avec l'étude de la convergence ainsi que l'analyse complexe. Le calcul intégral comprend non seulement les intégrales simples, mais également les intégrales multiples, deux chapitres sur les intégrales elliptiques, et se termine sur une étude détaillée des équations différentielles [183].

Au milieu du XIXe siècle, la présentation et l'utilisation de l'analyse mathématique à l'École polytechnique de Dresde ont nettement évolué. Schlömilch enseigne à ses étudiants non plus seulement des outils essentiellement calculatoires, mais une théorie mathématique cohérente ; il connaît parfaitement les mathématiques françaises auxquelles il fait fréquemment référence [184]. L'enseignement y rejoint la recherche puisque l'auteur donne systématiquement des références récentes, en particulier à des articles parus dans les deux journaux de Crelle et dans celui de Grunert, dont il est lui-même un contributeur actif. Bien qu'il assure délivrer un enseignement strictement scientifique, son manuel parvient à rester toujours proche des applications dans les domaines techniques importants pour la Saxe. Prenons par exemple la partie consacrée à la complanation des surfaces, qui permet

181. Schlömilch, 1853, préface : « *Wenn auch für eine Unterrichtsanstalt von praktischer Tendenz ausgearbeitet, so wird man ihm doch seine Bestimmung hoffentlich nicht anmerken ; denn es ist ebensosehr der Wunsch des Königlichen Ministeriums des Innern, als meine eigene Überzeugung, dass der mathematische Unterricht auf einer höheren technischen Lehranstalt in streng wissenschaftlicher Form ertheilt werden soll, und das er sich von unfruchtbaren philosophischen Redensarten, wie von einer möglichst eiligen praktischen Abrichtung gleich weit entfernt zu halten hat, ohne deswegen seine fortwährende Verbindung mit der Praxis zu opfern.* »

182. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15072, p. 155v : « *die Integralrechnung dagegen faßt nur die Bestimmung der am häufigsten vorkommenden Integrale mit Einschluß der Methoden in sich, gegebene Differenzial Ausdrücke auf eine integrable Gestalt zu bringen* ».

183. Voir Schlömilch, 1853, chapitres XVIII-XXI.

184. Il emprunte par exemple la définition de quotient différentiel à H. Navier (1785-1836) et certaines de ses notations à A.L. Cauchy, A.-M. Ampère ou C.G.J. Jacobi.

de déterminer les volumes sous certaines courbes sans passer par des intégrales doubles. Cette partie du manuel est essentiellement un recueil de formules et d'explications, avec de nombreux dessins techniques pour l'illustrer. Schlömilch y enseigne comment calculer les surfaces de coupoles, voûtes d'arêtes, voûtes en arc-de-cloître circulaires ou elliptiques [185]. Ce manuel est un succès d'édition considérable : une 2e édition en deux tomes paraît en 1866, et une 6e est publiée en 1923, ce qui témoigne à la fois d'une influence durable et de sa pertinence pour l'enseignement technique allemand.

O. Schlömilch va de plus créer et éditer un journal scientifique, le *Zeitschrift für Mathematik und Physik*. En 1856, il publie avec Benjamin Witzschel (1822-1860), enseignant de mathématiques à l'institut Krause de Dresde, le premier volume de ce journal [186]. Nous n'analyserons pas en détail cette publication car elle est postérieure à notre période d'étude. Elle nous semble néanmoins former, au moins durant les premiers numéros, un prolongement de l'activité d'édition scientifique des écoles et instituts techniques saxons encouragée dès le milieu des années 1830 par le ministère sous la forme de mémoires scientifiques. Schömilch et Witzschel proposent un journal fortement orienté vers les mathématiques pratiques, afin de diffuser dans tous les instituts techniques et écoles professionnelles les dernières utilisations utiles qui en sont faites. Dans une lettre adressée à son futur imprimeur, Schlömilch explique en 1854 qu'il cherche à s'adresser précisément à ces enseignants de mathématiques :

> « Dans les nombreuses villes de 8 000 à 12 000 habitants, le *Mathematikus* du *Gymnasium* ou de l'école professionnelle est la seule personne dont le public attend qu'il sache à peu près ce qu'est une machine à vapeur, une machine thermique, un télégraphe électrique, un extracteur centrifuge, etc. Il y a peut-être également une association commerciale, dans laquelle le compère tailleur et gantier lit dans les journaux, et le *Mathematikus* doit alors expliquer ; mais en règle générale ce dernier ne comprend rien à ces choses là (sûrement pas, s'il a suivi comme cursus le *Gymnasium* puis l'université) » [187].

Le journal doit être un lien entre les institutions d'enseignement scientifique et tech-

185. Schlömilch, 1853, §69, pp. 278-284. *Kugelgewölbe*, *Kreuzgewölbe*, *kreisförmiges Klostergewölbe*, *elliptisches Klostergewölbe*, fréquemment utilisées dans la construction et les ouvrages d'art. D'autres paragraphes du livre ont également un intérêt pratique assez immédiat, comme les quadratures approchées (§66) ou la complanation de figures comme le cône elliptique (§95). Le paragraphe sur les intégrales triples (§95) est directement explicité par l'étude de la densité d'un corps en un point, et peut ensuite, par le biais de la masse, aboutir au calcul de la densité moyenne, fort utile en ingénierie.

186. Voir la notice biographique de B. Witzschel p. 526.

187. Un fac-similé de la lettre originale se trouve dans Schulze, 1911, inséré entre les pages 282 et 283. Des extraits sont retranscrits dans Lorey, 1916, pp. 104-105 : « *In der geplanten Revue wäre die Praxis (praktische Geodäsie, Maschinenlehre usw.) etwas zu berücksichtigen. Dazu habe ich einen besonderen Grund. In den zahlreichen Städten von 8 000 bis 12 000 Einwohnern ist der Mathematikus des Gymnasiums oder der Realschule der einzige Mensch, von dem das Publikum erwartet, daß er ungefähr wisse, was eine Dampfmaschine, kalorische Maschine, elektrischer Telegraph, Zentrifugalextractor usw. sei ; ein Gewerbeverein ist auch vielleicht da, Gevatter Schneider und Handschuhmacher liest in den Zeitungen, und der Mathematikus soll erklären ; in der Regel versteht aber letzterer gar nichts von solchen Dingen (sicher nicht, wenn er den Studiengang Gymnasium, Universität gemacht hat)* ».

nique d'une part, et de l'autre le public plus vaste qui est susceptible de bénéficier ou d'utiliser les innovations faites dans ces établissements. Dans les premiers volumes du *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, les contributeurs sont majoritairement saxons. Ce périodique a donc servi de vitrine pour la science mathématique saxonne, et dans les seuls quatre premiers volumes du journal, c'est-à-dire de 1856 à 1859, on compte pas moins de 18 mathématiciens saxons parmi les auteurs [188] Nous retrouvons parmi eux tous les types d'institutions saxonnes dont l'université de Leipzig, avec un professeur et un étudiant de mathématiques, et l'École polytechnique de Dresde (cinq contributeurs dont un étudiant). Les autres institutions techniques sont aussi bien représentées : les *Gewerbeschulen* (deux contributeurs à Chemnitz, un à Plauen), l'Académie et l'administration des mines de Freiberg (trois contributeurs). On trouve également deux militaires, deux enseignants du secondaire et un ingénieur.

Le *Zeitschrift für Mathematik und Physik* reflète donc la grande diversité des acteurs mathématiciens en Saxe au milieu du XIX^{e} siècle. Ce journal sert aussi de passerelle entre le secondaire et le supérieur. On y trouve régulièrement, dans la partie consacrée aux comptes rendus d'ouvrages, des recensions des programmes scolaires des écoles secondaires et des mémoires scientifiques qu'ils contiennent [189]. Cela assure à ces publications l'audience considérable d'un des journaux mathématiques les plus lus dans l'espace germanophone. Le *Zeitschrift für Mathematik und Physik* illustre la complémentarité des institutions techniques supérieures saxonnes, qui forment un ensemble à l'intérieur duquel de nombreux échanges ont lieu. Les enseignants circulent d'un établissement à l'autre, et la conception de la discipline mathématique, tout comme les méthodes utilisées, sont semblables. Au milieu du XIX^{e} siècle, la question de la réunion de l'ensemble de ces institutions en une unique École polytechnique avait d'ailleurs été posée.

L'échec d'un projet d'École polytechnique unique

Le débat s'ouvre en 1849, lorsque deux professeurs de mathématiques de l'Institut de Dresde, T.S. Franke et J.A. Schubert, publient un ouvrage intitulé *L'École polytechnique comme fondation de toutes les écoles techniques de Saxe* (*Die Polytechnische Schule als Grundlage aller technischen Fachschulen Sachsens*). Ils y proposent de réorganiser complètement la filière technique saxonne. La place des mathématiques et plus généralement des sciences préparatoires constitue l'enjeu principal. Au milieu du XIX^{e} siècle, il existe en Saxe plusieurs instituts techniques moyens ou supérieurs dans lesquels les mathématiques pures sont enseignées à haut niveau : l'Académie des mines de Freiberg, l'Institut de formation

188. Par ordre alphabétique, il s'agit de H.R. Baltzer, R. Beez, M.W. Drobisch, W. Fiedler, H. Fleck, O. Fort, L. Galle, K. Junge, E. Kahl, C.T. Meyer, A. Nagel, G. Roch, W.H. von Rouvroy, O. Schömilch, J. Weisbach, F. Wetzig, B. Witzschel et E. Zetzsche.

189. Le premier numéro cite ainsi un mémoire sur le magnétisme paru dans le programme de l'École professionnelle de Zittau en 1850 (ZMP, 1 (1), 1856, p. 88).

technique, et dans une moindre mesure l'Académie forestière, l'École professionnelle supérieure de Chemnitz, ainsi que les académies militaires ou artistiques. Ces enseignements, depuis le début des années 1840, ne sont plus seulement proposés à la fin des cursus et en lien avec certaines applications spécifiques. Ils se rapprochent de plus de cours généralistes en mathématiques supérieures et pourraient donc à ce titre être regroupé dans un seul établissement.

Les deux mathématiciens affirment que « la Saxe dépense pour ses instituts techniques une somme conséquente, proche du budget annuel que des États de taille supérieure utilisent à cette fin » [190]. La cause en revient selon eux à la dispersion des moyens, en particulier concernant le nombre d'enseignants, ainsi qu'au désordre administratif qui rattache certaines écoles au ministère de l'intérieur, d'autres au ministère des finances ou à celui de l'éducation. Leur idée est de mettre en commun la formation initiale des différents établissements au sein d'une grande École polytechnique. Les instituts spécialisés conserveraient uniquement la mise en pratique terminale des connaissances. Cette séparation entre une formation théorique initiale, suivie d'un perfectionnement technique, s'inspire cette fois-ci ouvertement du modèle français de l'École polytechnique :

> « Le deuxième stade du cursus d'éducation technique supérieure inclut l'École polytechnique. Son principe est conçu d'après le modèle de l'école parisienne, et son organisation se caractérise en ce qu'elle cultive les sciences et les études sur lesquelles est fondée la formation disciplinaire, c'est-à-dire les mathématiques pures et appliquées, la physique et la chimie, ainsi que l'art du dessin [...]. » [191]

L'impact potentiel de cette proposition sur l'enseignement des mathématiques est à la fois considérable et ambigu. Une telle école favoriserait indéniablement la culture des sciences exactes et sa diffusion en Saxe. Les auteurs proposent d'ailleurs que cette école délivre un certificat scientifique nécessaire pour obtenir un poste dans l'administration. Leur but est de garantir une formation homogène de haut niveau en mathématiques, qu'ils jugent indispensable au vu de l'industrialisation rapide du pays :

> « Les sciences mathématiques et naturelles se sont appropriées la maîtrise du

190. Franke et Schubert, 1849, p. 6 : « *Sachsen zahlt für seine technischen Fachschulen jährlich eine bedeutende Summe, welche dem jährlichen Etat nahe kommt, den größere Staaten für denselben Zweck verwenden* ». Cette affirmation demande à être nuancée. Il est vrai que la somme totale de l'enseignement technique en Saxe, écoles professionnelles secondaires comprises, est proche du budget de certains petits États dotés d'un seul grand institut technique. La comparaison la plus pertinente est sans doute avec l'État de Braunschweig, où l'institut technique supérieur a un budget de 37 842 talers en 1847. Mais de nombreux autres États (Prusse, Bavière, Würtenberg) dépensent des sommes bien supérieures. Voir un bilan chiffré au milieu du XIX^e siècle dans Schoedler, 1847.

191. Franke et Schubert, 1849, p. 13 : « *Das zweite Stadium der Laufbahn der höhern technischen Bildung umschließt die polytechnische Schule. Ihr Begriff ist nach dem Muster der Pariser Schule dergestalt aufgefaßt, und ihre Stellung dadurch bezeichnet, daß sie die Wissenschaften und Studien, auf welche die Fachbildung gegründet wird, namentlich die reine und angewandte Mathematik, die Physik und die Chemie und die Kunst des Zeichnens* [...] *pflege.* »

> monde, de sorte que leur connaissance est indispensable à l'homme instruit, et particulièrement pour chaque fonctionnaire de l'administration [...]. Il est à présent du devoir de l'État de mettre à l'abri non seulement lui-même, mais également chaque personne physique et morale, des pertes et des inconvénients qui résultent de l'ignorance des sciences mathématiques et naturelles. » [192]

On peut en déduire que les sciences mathématiques et naturelles possèdent au milieu du siècle un prestige considérable, puisque ne pas les connaître est considéré comme dommageable. Elles doivent désormais faire partie de l'éducation générale de chacun pour le bien de l'ensemble de la société. Dans le projet que présentent Franke et Schubert, on trouve tout d'abord une école secondaire professionnelle (*Realschule*), suivie d'une École polytechnique commune. Celle-ci prépare aux divers instituts spécialisés dans la construction de machines, les sciences minières ou forestières. Sans surprise, le cœur de l'enseignement de l'École polytechnique qu'ils proposent en 1849 est occupé dans les diverses classes par la géométrie analytique du plan et de l'espace ainsi que par le calcul différentiel et intégral, avec ses applications en mécanique, physique et géodésie. Ces enseignements, répartis sur trois classes, représentent 33 heures d'enseignements hebdomadaires hors travaux pratiques [193].

La question des coûts, très présente dans l'ouvrage de Schubert et Franke, mérite d'être développée. Lorsqu'il ouvre en 1828, l'Institut de formation technique dispose d'un budget de 2 060 talers annuels. Près d'un quart de siècle plus tard, en 1851, celui de l'École polytechnique est de 18 695 talers annuels, pratiquement 9 fois plus [194]. Il faut noter que ce montant reste tout de même faible au regard des budgets des universités qui sont généralement de l'ordre de 50 à 100 000 talers annuels [195]. La plupart des instituts polytechniques sont également bien mieux dotés que celui de Dresde : l'Institut polytechnique de Vienne a ainsi un budget annuel de 116 808 talers, celui de l'École polytechnique de Karlsruhe s'élève à 52 000 et celui de l'Institut de formation technique supérieur de Braunschweig à 37 842 [196]. Il est remarquable de constater que le nombre d'étudiants à Dresde n'ayant que modestement progressé durant cette période, l'augmentation des dépenses est essentiellement liée à l'élévation du niveau scientifique de l'établissement. Il y a plus de professeurs, qui sont mieux payés et disposent d'assistants, d'une plus grande bibliothèque et surtout de beaucoup plus de matériel.

L'initiative de Schubert et Franke en faveur d'une unique institution polytechnique

192. Franke et Schubert, 1849, pp. 14-15 : « *Die mathematischen und Naturwissenschaften haben sich der Herrschaft der Welt bemächtigt, dergestalt, daß ihre Kenntniß dem gebildeten Manne, vorzugsweise jedem Verwaltungsbeamten, unentbehrlich ist* [...]. *Nun ist es Pflicht des Staates, nicht nur sich selbst, sondern jede moralische oder physische Person vor Verlusten und Nachtheilen sicher zu stellen, welche aus der Nichtkenntniß der mathematischen und Naturwissenschaften erwachsen.* »

193. Franke et Schubert, 1849, pp. 22-24.

194. Voir Hülße, 1853, p. 40.

195. Voir l'exemple de l'université de Berlin dans Gandouly, 1997, pp. 31-32.

196. Schoedler, 1847, p. 94 et p. 107.

n'est pas isolée et des tensions similaires agitent plusieurs États de l'espace germanophone [197]. Reste que ce plan n'est pas réalisé et que les Académies de Freiberg et Tharandt demeurent indépendantes. L'Institut de formation technique devient néanmoins en 1851 une École polytechnique. Les conséquences négatives potentielles de ce rapprochement n'étaient en effet pas négligeables, et sont largement exposées dans un ouvrage écrit en réponse au texte de Franke et Schubert, intitulé *L'Académie des mines de Freiberg, sa limitation ou son extension* [198]. L'auteur, Carl Berhardt Cotta (1808-1879), professeur de géognosie à Freiberg, y souligne que la réalisation d'une École polytechnique en Saxe sur le modèle parisien implique une séparation de l'enseignement théorique et de l'enseignement pratique. Or ce lien particulier entre les matières fondamentales comme les mathématiques et leurs utilisations dans les mines - un modèle saxon selon lui unique au monde - est précisément ce qui a permis l'essor de l'Académie des mines.

197. En 1847, l'auteur d'un livre sur les écoles polytechniques allemandes propose également que les académies spécifiques (minières ou forestières) et les écoles polytechniques mutualisent leurs enseignements théoriques (Schoedler, 1847, pp. 123-125).

198. Cotta, 1849, dont le titre original est *Die Bergakademie zu Freiberg, ihre Beschränkung oder Erweiterung.*

3.4 Les mathématiques au service de l'essor industriel saxon

> « Les sciences, et plus particulièrement la technologie, ont fait dans les derniers temps de tels progrès, et les notions sur les besoins de l'existence se sont tant étendues, qu'il semble approprié de veiller par l'éducation à la diffusion nécessaire des connaissances approfondies et des savoir-faire, et de placer un tel Institut de formation sous l'autorité de l'État. » [199]
>
> *Kabinettsminister* von Einsiedel, *Discours d'inauguration de l'Institut de formation technique de Dresde*, 1828.

Le second quart du XIX^e^ siècle marque en Saxe le début de la révolution industrielle. L'Allemagne est alors en retard, du point de vue technique, sur l'Angleterre ainsi que sur certaines parties de la France et de la Belgique. Les questions relatives au développement des filatures et du machinisme sont donc au cœur de la politique économique saxonne [200]. Lorsqu'il analyse en 1853 les raisons de la création de l'Institut de Dresde, son directeur J.A. Hülße explique qu'il fallait soutenir l'activité de filature qui, « avec la plus grande difficulté et un sacrifice de tous les instants, était à peine en état de rester à la hauteur des établissements florissants d'Angleterre, de France et de Belgique. » [201] Cette vision n'est pas rétrospective car les acteurs eux-mêmes insistent sur l'importance de stimuler le commerce. Le gouvernement cherche à reproduire le succès de la *Bergakademie*, qui a prouvé qu'un établissement d'enseignement peut avoir un intérêt économique important. Cette motivation est à l'origine des projets d'instituts techniques qui voient le jour en Allemagne dans les années 1820. Au milieu du siècle, ces institutions sont encore définies comme « les établissements d'enseignement qui servent à la formation théorique, et en partie pratique, des professions productives [*produzirende Stände*]. Si leurs affaires consistent surtout dans l'utilisation des mathématiques, des sciences naturelles et de certains savoir-faire, ils sont alors nommés techniciens en un sens supérieur » [202].

Nous avons jusqu'à présent étudié le rôle des mathématiques dans ces institutions ;

---

199. Cité dans Hülße, 1853, p. 4 : « *Die Wissenschaften, und insbesondere die Technologie, haben in der neueren Zeit so grosse Fortschritte gemacht, und die Begriffe über die Bedürfnisse des Lebens haben sich so erweitert, dass es geeignet erscheint, durch Erziehung für die nöthige Ausbreitung gründlicher Kenntnisse und Fertigkeiten zu sorgen und eine solche Bildungsanstalt unter die Landesbehörden zu stellen.* »

200. Voir là-dessus Kiesewetter, 2007, pp. 347-388 sur l'industrie du coton en Saxe, pp. 389-422 sur celle de construction de machines.

201. Hülße, 1853, p. 4 : « *die unter schweren Mühen und rastlosen Opfern, kaum im Stande war, mit den blühenden Anstalten Englands, Frankreichs und Belgiens gleichen Schritt zu halten.* »

202. Schoedler, 1847, p. 3 : « *Als technische Schulen bezeichnen wie daher Unterrichtsanstalten, welche zur theoretischen und theilweise zur praktischen Ausbildung der produzirenden Stände dienen. Wenn die Geschäfte der Letzteren vorzugsweise auf der Anwendung der Mathematik, der Naturwissenschaften und gewisser Fertigkeiten beruhen, so werden sie Techniker im höheren Sinn gennant* ».

cette matière prend un véritable essor dès le début des années 1830 pour y occuper une place centrale. Une conséquence importante est l'accélération de la professionnalisation de la discipline. En Saxe, il existe au milieu du XIX^e siècle de nombreux mathématiciens professionnels, alors que quelques décennies plus tôt ce qualificatif ne pouvait s'appliquer qu'à une poignée de professeurs d'université. Ce sont cependant encore essentiellement les enseignants des diverses écoles, universités et académies que compte cet État d'à peine deux millions d'habitants. Ils sont dans le second quart du siècle massivement mis à contribution pour assumer diverses tâches nécessaires au développement industriel saxon, avant qu'une nouvelle génération d'ingénieurs spécialisés ne prenne la relève à partir des années 1860. Dans le second tiers du XIX^e siècle, le métier d'ingénieur au sens actuel du mot - qui implique une utilisation intensive et systématique des sciences mathématiques - est seulement en train d'apparaître. Bien que l'on trouve en Saxe une longue tradition de filatures et de manufactures, le manque de compétences techniques contraint les entreprises, soutenues par le gouvernement, à faire appel à des ingénieurs et à des machines venant d'Angleterre. Cette situation s'aggrave encore lors de l'apparition de la vapeur et du chemin de fer.

Pour y remédier, les mathématiciens doivent tout d'abord assurer la formation de futurs techniciens et ingénieurs possédant un haut niveau scientifique. Ils produisent de plus eux-mêmes de nombreux rapports d'expertise dans tous les domaines nécessitant des compétences calculatoires. C'est dans le vaste champ des mathématiques pratiques liées aux sciences de l'ingénieur que leur contribution est la plus significative. Une histoire complète du rôle des mathématiciens et des mathématiques dans l'essor industriel saxon serait sans nul doute intéressante mais dépasse largement le cadre de ce travail. Nous soulignerons simplement l'importance des mathématiciens saxons et de la politique scientifique de l'État dans les développements de la vapeur et du chemin de fer.

3.4.1 Adapter l'enseignement des mathématiques à la formation des ingénieurs

> « En 1844, 248 locomotives étaient en circulation sur les chemins de fer allemands. Un certain nombre a été construit en Belgique, 17 de plus en Amérique, et en Allemagne 12 de plus qu'en Amérique ; en Angleterre 4 fois autant et encore 2 de plus qu'en Allemagne. Combien ont été construites dans chaque pays ? » [203]
>
> R.G. Hering, *Exercices pour écoles secondaires*, 1849.

203. Hering, 1849, p. 7, problème 127 : « *Von den 248 Lokomotiven, welche im Jahre 1844 auf den deutschen Eisenbahnen im Gange waren, wurden in Amerika 17 mehr als in Belgien, in Deutschland 12 mehr als in Amerika und in England 4 mal so viel und noch 2 mehr als in Deutschland gebaut. Wieviel wurden in jedem Lande gebaut ?* ». Voir la notice biographique de R.G. Hering p. 502.

Les voyages scientifiques des enseignants de mathématiques

En Allemagne, et particulièrement en Saxe, le développement de l'industrie dans la première moitié du XIXe siècle a été stimulé et encouragé par le soutien de l'État. Celui-ci est conseillé par de nombreuses associations et sociétés techniques, comme la Députation de l'agriculture, de l'économie, de la manufacture et du commerce (LOMK), l'Association industrielle ou la Société économique du royaume de Saxe ; il cherche à protéger les manufactures et les industries locales. Le secteur de la construction de machines, auquel se greffent dans un second temps les technologies du chemin de fer, est au centre de l'attention pour plusieurs raisons. L'avance anglaise y est conséquente, les savoir-faire sont difficiles à diffuser et à reproduire, si bien qu'il faut importer du Royaume-Uni soit une main-d'œuvre qualifiée et donc coûteuse, soit des produits manufacturés également onéreux. De plus, les enjeux financiers sont importants : les capitaux nécessaires sont élevés, tout comme les marges dégagées. L'État intervient car il est préoccupé par le déséquilibre commercial croissant vis-à-vis de l'étranger et cherche à éviter toute dépendance, que celle-ci soit économique ou technologique. Parmi les actions entreprises dans ce domaine, une exposition industrielle se tient à Dresde à partir de 1824, une galerie d'exposition est créée en 1826, et l'on fonde les instituts d'enseignement techniques de Dresde, Chemnitz, Plauen et Zittau, que nous venons de décrire.

De manière plus directe, le gouvernement décide de soutenir financièrement des entreprises ; dans son histoire de l'industrialisation en Saxe, H. Kiesewetter étudie en détail ce type d'encouragement de l'industrie (*Gewerbeförderung*)[204]. Le soutien de l'État peut servir à financer le recrutement ou l'installation d'ingénieurs anglais. Dans le domaine de la construction de machines, en particulier textiles, les frères Bernhard de Chemnitz recrutent dès 1806 deux ingénieurs anglais, Watson et Evans Whitefield. L'année suivante, l'un de leurs associés décide de monter sa propre manufacture et reçoit pour cela une aide annuelle de l'État de 400 talers sur cinq ans[205]. L'État finance aussi de nombreux voyages d'industriels vers le Royaume-Uni. Le plus célèbre des entrepreneurs saxons de cette époque est Carl Gottlieb Haubold (1783-1856). Ancien employé des frères Bernhard devenu indépendant en 1815, il reçoit en 1827 un soutien de 300 talers pour voyager en Angleterre ; il contracte trois ans plus tard un prêt de 10 000 talers auprès du gouvernement, à des conditions très avantageuses. Il entreprend alors un autre voyage en Angleterre, France et Suisse, et obtient par la suite un second prêt de 20 000 talers[206]. Un autre Saxon, Christian Friedrich Brendel

204. Voir Kiesewetter, 2007, pp. 481-573, et spécifiquement sur la construction de machines et les chemins de fer pp. 543-553 et pp. 560-570.

205. Voir Kiesewetter, 2007, pp. 390-391. Le montant de 400 talers peut sembler faible, mais il s'agit d'un don pur et simple et non pas d'une forme quelconque de prêt à taux préférentiel. La somme est d'ailleurs supérieure au salaire annuel moyen d'un *Mathematicus* à cette époque.

206. Voir Kiesewetter, 2007, p. 544, pp. 392-393. On trouve d'autres exemples de voyages à but industriel financés par l'État dans Keller, 2002, pp. 310-311.

(1776-1861), reçoit en 1796 une bourse pour étudier à l'Académie de Freiberg. En 1802, il obtient un nouveau financement pour étudier l'usage des machines, en particulier à vapeur, en Hollande et en Angleterre, et prolonge son voyage jusqu'en 1805 avant d'entrer au service de l'État. Nous allons montrer que ce mouvement déjà connu s'accompagne de nombreux autres voyages, cette fois scientifiques, réalisés en particulier par des mathématiciens, dans le second quart du XIX^e^ siècle.

Ces voyages ont le même but, encourager le développement industriel. C'est pour cette raison que Schubert, qui enseigne les mathématiques à l'Institut de Dresde, part au Royaume-Uni en 1834. Son observation des chemins de fer britanniques en construction contribue d'une part à la réforme de l'enseignement technique, et d'autre part au développement de la vapeur en Saxe. Selon A. Weichold, le voyage de Schubert lui permet d'acquérir de nouvelles connaissances et ainsi d'améliorer le niveau de son enseignement après son retour [207]. Toujours dans le cadre de l'Institut de formation technique, Rühlmann - qui est alors assistant de mathématiques - demande dans une lettre du 27 mai 1835 à effectuer un voyage à Berlin pour observer les instituts techniques ; sa demande est acceptée et soutenue [208]. En 1835 toujours, le professeur de technologie C.A. Rabenstein effectue un voyage à Paris [209]. L'année suivante, Schubert demande un autre financement pour aller à Paris observer le fonctionnement des machines à vapeur sur la Seine, avec le but explicite de mettre en place le même type de bateaux sur l'Elbe [210]. La même année, il publie d'ailleurs un mémoire scientifique dans le programme de l'établissement, intitulé *Ébauches sur la navigation à vapeur sur l'Elbe supérieure* [211]. Constatant que les voies fluviales sont exploitées autant que faire se peut en France et aux États-Unis, il fournit des plans pour adapter les bateaux existants aux conditions plus complexes qui existent en Saxe. Ces voyages sont ainsi pour l'État un investissement judicieux : il ne s'agit pas uniquement de former une personne, mais de diffuser largement les nouvelles connaissances ainsi acquises. En 1845, le programme annuel de l'Institut contient de nouvelles mentions de voyages scientifiques de la part des deux professeurs de mathématiques :

> « pendant le mois de vacances d'août, monsieur le professeur Schubert a réalisé avec un certain nombre d'élèves des trois classes supérieures un voyage technologique sur le [chantier du] chemin de fer Saxe-Bavière et dans les Monts Métallifères. Monsieur le professeur Franke a entrepris l'été dernier un voyage sur ordre du ministère royal de l'intérieur, pour étudier les instituts techniques

207. Weichold, 1968, pp. 110-112.
208. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresde, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 072, p. 68r.
209. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresde, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 067, p. 58r.
210. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresde, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15 073, pp. 24r-24v.
211. TBA, 1836, dont le titre allemand est *Andeutungen über Dampfschiffahrt auf der obern Elbe.*

d'Allemagne du Sud, de Belgique et de France, en particulier en relation avec le traitement de la géométrie descriptive. »[212]

Ces voyages scientifiques ont donc plusieurs objectifs. Il peut s'agir d'observer les États concurrents afin d'importer en Saxe les dernières technologies découvertes[213]. Ces observations peuvent aussi déboucher sur des réformes de l'enseignement : dans les cas de Rühlmann ou de Franke, l'objectif semble être pédagogique puisque ce dernier doit comparer l'enseignement de la géométrie descriptive dans plusieurs pays afin d'améliorer l'enseignement saxon. À la fin des années 1840, l'ancien *Staatsminister* von Lindenau, très impliqué dans le développement de l'enseignement des mathématiques et des technologies en Saxe, crée une fondation dans ce but. Il décide de consacrer chaque année une partie de sa retraite, soit 300 talers, à une bourse de voyage de deux ans pour permettre à un élève excellent de l'Institut de formation technique de se former soit à la construction de machines, soit à l'hydraulique, ou bien aux chemins de fer[214].

Ces missions peuvent également être un moyen pour le gouvernement de stimuler l'esprit industriel chez les étudiants qui se destinent à l'enseignement des mathématiques afin qu'ils soient mieux à même de transmettre à leurs futurs élèves non seulement des savoirs théoriques, mais également leur mise en pratique dans la construction de machines. En 1832, H. von Bünau est encore étudiant à l'Académie des arts de Dresde quand il obtient une bourse pour étudier à l'Institut polytechnique de Vienne en 1832 et 1833, avant de devenir professeur de mathématiques à l'École de construction de Leipzig puis à l'École professionnelle supérieure de Chemnitz. F.G. Kohl a étudié à l'Institut de formation technique avant d'être nommé enseignant de mathématiques à Plauen en 1836 et de devenir membre de l'Association industrielle pour le royaume de Saxe. En 1841, il réalise avec le soutien du ministère de l'intérieur un voyage scientifique pour observer les instituts techniques et industriels de Vienne[215]. En 1840, A. Hallbauer, ancien étudiant de la *Bergakademie*, apprend

212. TBA, 1845, pp. 77-78 : « *Im Ferienmonate August machte Herr Prof. Schubert mit einer Anzahl von Schlülern aus den 3 oberen Klassen eine technologische Reise an die sächsisch-baierische Eisenbahn und in's Erzgebirge. Herr Prof. Franke unternahm im verwichenen Sommer im Auftrage des Königl. Ministerii des Innern eine Reise, um die technischen Lehranstalten Süddeutschlands, Belgiens und Frankreichs, besonders in Beziehung auf die Behandlung der descriptiven Geometrie kennen zu lernen.* »

213. Dans une conférence sur l'histoire de la notion de politique scientifique, R. Halleux présente la circulation de scientifiques en Europe sous un angle assez peu flatteur : « On n'est pas peu surpris de voir, dans le XVIIIe siècle, le nombre de voyageurs académiques [...]. De quoi s'agit-il en réalité ? Il s'agit d'espionnage industriel, il s'agit de rechercher ailleurs les procédés les plus utiles pour les importer » (voir Halleux, 2011).

214. C'est le même von Lindenau qui soulignait, dans la citation placée en tête de ce chapitre, l'importance décisive des mathématiques dans le domaine technique. Cette bourse, qui doit récompenser un étudiant exceptionnel, n'est attribuée que lorsqu'un candidat « suffisamment bon » est trouvé, comme en témoigne le programme de l'Institut pour 1850 : « *Das von Sr. Excellenz dem Herrn Staatsminister v. Lindenau ausgesetzte Reisestipendium von 300 Thalern gelangte diesmal nicht zur Vergebung, weil die Bewerber nicht für ausreichend tüchtig befunden wurden.* » (TBA, 1850, p. 33).

215. Voir sa notice biographique p. 507.

en février sa nomination l'année suivante comme enseignant de mathématiques à l'École professionnelle de Zittau. Avant la rentrée, il se voit proposer par le ministère de l'intérieur un voyage scientifique et passe les trois mois de mai, juin et juillet dans les provinces rhénanes, l'Alsace, la Suisse et la Belgique. L'avantage pour l'État est double : d'une part il améliore la qualité de l'enseignement des mathématiques et son adéquation avec les besoins pratiques tout en s'assurant de rester au niveau de ses concurrents européens. D'autre part, il obtient des fonctionnaires hautement qualifiés et polyvalents qu'il peut affecter à diverses tâches - comptes rendus, expertises, directions de chantier -, selon ses besoins.

En effet, les mathématiciens qui sont en Saxe employés dans les instituts techniques dans la première moitié du XIX^e siècle ne restent généralement que quelques années enseignants. Après cinq années à l'École de Zittau, Hallbauer est nommé en 1846 à la direction du chantier du chemin de fer qui doit relier Löbau, près de Bautzen, à Zittau [216]. Vingt ans plus tard, il termine sa carrière à la tête des chemins de fer de l'État. Dans les instituts techniques, qui sont sous le contrôle des ministères de l'intérieur et des finances, il est aisé de remplacer temporairement un professeur par un autre. Cela permet à partir des années 1830 de multiplier les voyages scientifiques sans perturber l'enseignement. Le gouvernement peut ensuite affecter chaque mathématicien au plus près de ses compétences. Nous pourrions multiplier ces exemples, évoquer par exemple J.A. Hülße qui est dépêché par le gouvernement pour assister aux expositions industrielles de Paris (1844), Berlin (1845) et Londres (1851) [217]. Presque chaque mathématicien employé dans un institut technique en Saxe a effectué, avec le soutien du gouvernement, un ou plusieurs voyages à but scientifique et technologique. La pratique est véritablement institutionnalisée et coordonnée, si bien que les programmes annuels rapportent chaque année quels professeurs sont partis, les destinations et parfois les buts précis de leurs voyages. Ces missions possèdent généralement un caractère concret et contribuent à l'amélioration des programmes scolaires, permettant à la Saxe de rattraper rapidement son retard sur le Royaume-Uni. Il était jusqu'à présent connu que le gouvernement a encouragé le développement industriel en finançant des voyages pour les entrepreneurs. Il faut à présent y ajouter les missions scientifiques auxquelles participent activement les mathématiciens saxons et qui ont eu une influence considérable sur l'enseignement de la discipline dans les institutions techniques.

Enseigner les mathématiques pour une utilisation industrielle

Nous l'avons vu, l'enseignement des mathématiques dans les instituts techniques et professionnels saxons diffère sur de nombreux points de son équivalent universitaire. Ce mode d'enseignement va se révéler particulièrement adapté aux besoins de l'État en matière

216. Voir le programme de l'École de Zittau qui annonce son départ (Krause, 1846, p. 20).
217. Voir par exemple Viehbahn, 1851, p. vii. Hülße représente à Londres l'État de Saxe et fait partie du jury de l'exposition.

de construction de machines et de chemins de fer [218]. Ces nouvelles institutions sont efficaces car elles proposent des programmes complets de trois ou quatre années dans lesquels les connaissances mathématiques sont présentées de manière ordonnée. Dès 1834, Karl Christian Snell (1806-1886), enseignant de mathématiques dans une école secondaire classique, constate que ce système « peut très bien fonctionner, et même mieux que n'importe quel cours universitaire » [219]. En effet, nous avons vu au premier chapitre que ces cours ne sont pas coordonnés, malgré les efforts en ce sens de M.W. Drobisch, le professeur de mathématiques de Leipzig, au début des années 1830. Dans les instituts techniques au contraire, la cohérence des connaissances transmises est assurée par l'existence d'un cursus que chaque étudiant doit suivre. Les programmes sont discutés avec les ministères afin d'être ajustés régulièrement en fonction des besoins des institutions et de l'État.

À partir de 1835, lorsque la création d'écoles professionnelles est décidée, l'Institut de Dresde peut se focaliser sur l'éducation pratique supérieure. Un système est alors mis en place pour permettre à cet établissement jusque-là généraliste de former des spécialistes dans tous les domaines. L'éducation mathématique de haut niveau est complétée par des options, des « objets qui seront présentés en plus du cursus d'enseignement ordinaire ». Ces enseignements en petits groupes font la part belle à l'utilisation pratique de savoirs mathématiques puisqu'on y trouve notamment une « introduction à l'arpentage pratique », un cours de « modelage en bois dans l'atelier de l'Institut » réservé à neuf étudiants, et même des « travaux mécaniques dans l'atelier du *Mechanikus* Lunger », réservés à cinq étudiants et gratuits [220].

Les enseignants prennent également soin de fournir des manuels adaptés aux enseignements qu'ils proposent. Dans son manuel d'analyse supérieure, nous avons vu que Schlömilch accorde une attention particulière à la question des voûtes [221]. Ce domaine est en plein essor depuis que de nouveaux matériaux se développent, en même temps qu'augmentent les besoins en matière de ponts pour faire circuler les voies de chemins de fer. Dès 1842, Schubert propose à l'attention des ingénieurs une *Collection de formules mathématiques, c'est-à-dire de formules différentielles et intégrales, ainsi que les équations de toutes les lignes courbes qui sont le plus souvent utilisées* [222]. En 1845, il publie dans le programme de

218. Stützner et Dagmar, 1985, montre, dans le cas de l'École professionnelle supérieure de Chemnitz, l'étroite adéquation entre l'orientation de l'établissement et les besoins de l'État en matière de construction de machines (voir en particulier pp. 273-279).

219. Snell, 1834, p. 72 : « *viel geleistet werden kann, und zwar mehr als irgend durch akademische Vorlesungen* ».

220. Ces informations sont tirées du communiqué présentant la nouvelle organisation de l'Institut, Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 15073, pp. 17v-18r : « *Gegenstände, welche über dem ordentlichen Lehrcursus vorgetragen werden* », « *Anleitung zu practischen Vermessungen* », « *Modelliren in Holz in der Werkstätte des Instituts* » et « *mechanische Arbeiten in der Werkstätte des Mechanikus Lunger* ».

221. Voir ci-dessus p. 315 et Schlömilch, 1853.

222. Schubert, 1842. Ce manuel est rapidement réimprimé en 1845.

l'Institut un mémoire sur ce sujet intitulé *Sur les lignes d'appui libres ou imposées, et sur la transmission des pressions dans les corps solides, comme introduction à une théorie des voûtes*. Il y précise bien qu'il entend « utiliser ces théories à certaines formes de voûtes, en dériver les règles nécessaires pour la pratique et montrer l'adéquation de celles-ci avec leur mise en œuvre dans les ponts » [223].

C'est également lui qui assure le cours de construction de ponts (*Brückenbau*) de l'Institut, lequel s'appuie sur le cours de mécanique et celui de hautes mathématiques [224]. Son enseignement est clairement orienté vers la pratique ; Schubert ne se cantonne pas à la théorie et fait d'ailleurs partie des commissions d'examen de l'État de Saxe pour la réalisation des ouvrages d'art sur le tracé des chemins de fer. Pour les travaux les plus difficiles, il devient même responsable de la construction, comme dans le cas du viaduc de Göltzschtal. Après avoir jugé tous les projets proposés insuffisants, il propose un plan et réalise lui-même tous les calculs de statique. Ce pont est construit de 1846 à 1851 sur le tracé du chemin de fer entre la Saxe et la Bavière (portion Dresde-Plauen) et reste aujourd'hui encore, avec une longueur de 574 mètres et une hauteur de 78 mètres, le plus long pont en brique du monde. L'enseignement de ces instituts est donc parfaitement adapté à la mise en pratique technique et industrielle, d'autant plus que les professeurs sont bien souvent eux-mêmes directement impliqués dans l'essor industriel saxon.

3.4.2 Des mathématiciens directement impliqués dans le développement de la vapeur

L'histoire de la vapeur et celle du chemin de fer sont étroitement liées. Une première raison est que la vapeur supplante rapidement la traction animale comme source d'énergie motrice privilégiée. Une seconde raison est que les deux inventions ont été développées pour des raisons industrielles proches, en particulier pour améliorer les rendements dans l'exploitation des mines [225]. En Saxe, les deux inventions prennent leur essor dans les années 1830. La première construction d'une machine à vapeur dans cet État pourrait avoir été réalisée par C.F. Brendel (1776-1861). Après avoir étudié à l'Académie des mines et voyagé en Angleterre, il est employé à son retour par l'État pour gérer la saline de Dürrenberg, perdue au profit de la Prusse en 1815. Il aurait construit une première machine à vapeur

223. TBA, 1845, p. 6 : « *dieser Theorien auf bestimmte Gewölbformen anwenden, die für die Praxis nöthigen Regeln ableiten, die Übereinstimmung der letzteren mit jenen Ausführung an Brücken darthun* ». Il rédige en 1854 un second livret sur ce thème (TBA, 1854).

224. Voir la description détaillée du contenu du cours dans Hülße, 1853, p. 22.

225. Il s'agit ici de la raison historique de leur apparition en Angleterre. Nous avons souligné au chapitre précédent que la vapeur est introduite beaucoup plus tardivement dans l'exploitation des mines de Saxe ; la principale activité d'extraction reste longtemps celle de l'argent, et la vapeur ne sera utilisée massivement que pour l'exploitation du charbon. Voir le rapport de Hülße dans GBC, 1847.

sur modèle anglais en 1808. Outre l'absence de témoignage fiable, il semble de toute façon que ces premières machines n'aient pas eu une grande efficacité technique. Les guerres napoléoniennes, puis le prix élevé du charbon n'encouragent pas le développement de la vapeur [226]. On peut donc évacuer la question de l'apparition et retenir 1830 comme la décennie de l'essor du chemin de fer. Lors de l'ouverture de l'Institut de formation technique en 1828, aucune machine de fabrication saxonne ne fonctionne dans l'État. En 1835, on trouve une vingtaine de machines à vapeur en Saxe, tous types confondus, mais seules cinq sont de fabrication autochtone.

La même année 1835, la construction de la première ligne de chemin de fer en Saxe est entamée entre Leipzig et Dresde, avec la fondation de la société par action *Leipzig-Dresdner Eisenbahn-Compagnie*. Longue de 116 kilomètres, il s'agit de la première véritable ligne de chemin de fer allemande. Si la société et les capitaux sont privés, l'État joue un rôle de premier plan en fournissant à la fois l'expertise et les ingénieurs : les travaux sont dirigés par Karl Theodor Kunz (1791-1863), un fonctionnaire envoyé au Royaume-Uni par le gouvernement deux ans plus tôt [227]. Les relevés de niveaux, nécessaires pour estimer puis diriger les opérations de terrassement, sont réalisés en 1834 par W.G. Lohrmann, mathématicien et directeur de l'Institut de formation technique et de l'Institut d'arpentage. Lors de l'ouverture complète de la ligne en 1839, la locomotive utilisée pour tirer les wagons de voyageurs est certes anglaise, mais une seconde locomotive de fabrication saxonne suit le convoi : il s'agit de la *Saxonia*, construite sous la direction de Schubert. Celui-ci a en effet fondé en 1837 une société de construction, l'*Actien-Maschinenbauanstalt*, basée à Übigau dans la banlieue de Dresde. Schubert et ses collaborateurs y travaillent au développement de machines à vapeur, notamment textiles, en étroite collaboration avec le ministère de l'intérieur [228].

En l'espace d'une décennie, les mathématiciens permettent à la Saxe de rattraper son retard en matière de vapeur et de chemin de fer. Afin de mieux cerner leurs contributions concrètes dans ces domaines, nous pouvons utiliser le bilan très complet sur ce sujet réalisé en 1847 par Hülße, futur directeur de l'École polytechnique de Dresde, qui enseigne à cette époque les mathématiques à Chemnitz, « sur commande du haut ministère royal de

226. JBH, 1905, pp. 8-16. Néanmoins, H. Kiesewetter ne mentionne pas Brendel dans son ouvrage pourtant complet, et donne 1829 comme date pour la première machine à vapeur saxonne construite dans l'État.

227. Une impulsion importante pour la création de ce premier chemin de fer allemand est le livre de l'économiste Friedrich List (1789-1846) intitulé *Sur un système de chemin de fer saxon comme base pour un système général de chemin de fer allemand, et en particulier sur la disposition d'un chemin de fer de Leipzig à Dresde* (*Über ein sächsisches Eisenbahn-System als Grundlage eines allgemeinen deutschen Eisenbahn-Systems und insbesondere über die Anlegung einer Eisenbahn von Leipzig nach Dresden*, Leipzig, 1833).

228. Voir par exemple l'article publié à ce sujet dans le *Polytechnisches Central-Blatt*, 1838, num. 51, 10 septembre.

l'intérieur »[229]. Ce rapport est intitulé *Les machines à vapeur dans le royaume de Saxe, une contribution à la statistique industrielle* (*Die Dampfmaschinen im Königreiche Sachsen, ein Beitrag zur gewerblichen Statistik*) ; il est publié comme livret scientifique de l'École professionnelle supérieure. La construction de machines est jugée prioritaire par l'État qui ne se contente donc pas de soutenir les manufactures. Il utilise également les scientifiques qu'il emploie pour contribuer à l'amélioration des machines à vapeur. Ce rapport indique que la Saxe dispose en 1846 de 197 machines à vapeur, c'est-à-dire dix fois plus qu'une décennie plus tôt. Dans ce total, les deux tiers ont été construites en Saxe, alors qu'en 1835 il n'y en avait encore qu'un quart[230]. Parmi la liste des fabricants saxons énumérés par Hülße, de nombreuses compagnies sont proches des milieux scientifiques d'enseignement et de recherche.

On y trouve l'*Actien-Maschinenbauanstalt* de Schubert, ainsi que la société fondée par R.S. Blochmann, l'ingénieur qui a mis son atelier à disposition de l'Institut de formation technique lors de son ouverture en 1828 et assure la partie pratique des enseignements. La compagnie dont le succès est le plus important est la *Sächsische Maschinenbau Compagnie Chemnitz*, fondée en 1836 par Haubold. Elle a employé à partir de 1836 le professeur de technologie de l'École professionnelle de Chemnitz, C.A. Rabenstein, avant que celui-ci ne monte sa propre société, *Rabenstein & Compagnie*. Les professeurs de mathématiques travaillent donc en étroite collaboration avec les manufactures et usines de construction de machines. À la fin des années 1830, les ingénieurs de Chemnitz tentent en vain de reproduire le système de turbines Fourneyron pour utiliser l'énergie hydraulique et font appel aux scientifiques de l'École professionnelle, Rabenstein et Rühlmann ; ils contribuent à résoudre le problème de cette turbine à haut rendement qui permet d'alimenter en énergie les manufactures et les fabriques[231]. Le livre général sur l'hydraulique et la théorie des turbines que Rühlmann publie ensuite en 1840 montre le degré d'interaction entre les problèmes posés par l'industrie saxonne et les réponses des mathématiciens :

> « Je remercie pour les nombreuses indications utiles pour ce travail, et en particulier pour l'équation générale de la forme de l'aube, mon ami le professeur Weisbach de la *Bergakademie* de Freiberg, un homme de l'esprit duquel l'industrie saxonne peut encore attendre de nombreux fruits. »[232]

229. GBC, 1847, p. 3 : « *im Auftrage des Königl. Hohen Ministerium des Innern* ».

230. GBC, 1847, p. 4 et Kiesewetter, 2007, pp. 412-414. Il faut noter que les 130 machines à vapeur de fabrication autochtone ne représentent que les machines construites en Saxe et utilisées dans cet État. Il faut y ajouter 63 machines exportées en Europe et aux États-Unis pour un total de 193. On remarque ainsi que ce secteur de l'industrie saxonne se revèle rapidement compétitif puisque près d'un tiers de la production est déjà exportée dans les années 1840.

231. Collectif, 1986, p. 15.

232. Rühlmann, 1840, introduction non paginée : « *Manche mir hierzu nützlichen Winke und besonders die allgemeine Gleichung für die Gestalt der Radschaufeln verdanke ich meinem hochverehrten Freunde, dem Herrn Professor Weissbach an der Königl. Bergacademie zu Freiberg, einem Manne, von dessen Geiste und Thätigkeit die sächs. Industrie noch manche gute Frucht erwarten darf.* »

Le soutien du gouvernement s'explique par les retombées économiques qu'il attend pour la région. Ce secteur devient rapidement un moteur de l'activité économique saxonne puisque Hülße estime dans son rapport de 1847 que le gain net pour la balance commerciale de la Saxe est de 300 000 talers [233]. Si l'on compare ce chiffre avec les budgets des instituts techniques, on comprend que ceux-ci sont en réalité un très bon investissement du point de vue du gouvernement. Il est donc clair que leur évolution, depuis leur création jusqu'au milieu du siècle, et plus encore à partir du milieu des années 1830, est clairement orientée par la volonté de former des ingénieurs pour les manufactures et l'industrie naissante. C'est ainsi qu'il faut interpréter l'augmentation du niveau des mathématiques et l'apparition de certaines matières ou méthodes, notamment reliées aux mathématiques supérieures et aux probabilités. Lorsqu'il retrace en 1853 l'évolution des programmes de l'Institut de Dresde, Hülße explique ainsi que « concernant le programme d'enseignement, les évolutions portent en partie sur un perfectionnement toujours plus poussé du cursus inférieur, et en partie sur un agrandissement continu du cursus supérieur, qui a incontestablement eu lieu sous l'influence de l'extension toujours plus importante du chemin de fer. » [234]

Pour illustrer de manière précise le lien, dans les écoles professionnelles, entre l'enseignement des mathématiques et le développement industriel, prenons l'exemple d'un des livrets scientifiques publiés à cette époque. Dans le programme de l'École professionnelle de Chemnitz pour l'année 1844, Hülße publie un mémoire intitulé *Description et calcul d'un essai de frein sur une machine à vapeur à oscillation* (*Beschreibung und Berechnung eines Bremsversuches an einer oscillirenden Dampfmaschine*, voir figure 21, p. 306). Il regarde ce travail comme « le premier élément d'une plus grande série d'essais que l'auteur pense à engager dans l'industrielle Chemnitz et ses environs ». Le lien avec les applications industrielles est immédiat puisqu'il ajoute que « la machine soumise à cet essai se trouve dans l'atelier nouvellement établi du constructeur de machines Monsieur Richard Hartmann » [235]. Hülße utilise de plus dans ce mémoire de mathématiques pratiques un dynamomètre de frein (*Bremsdynamometer*) emprunté à l'Association industrielle du royaume de Saxe. Lorsque la Saxe réalise, au début des années 1840, qu'elle est encore massivement dépendante de l'étranger dans le domaine spécifique de la fabrication des locomotives, Hartmann propose d'établir une usine à Chemnitz si l'État lui fournit 50 000 talers. La somme est très im-

233. GBC, 1847, p. 11. La valeur totale des machines est estimée selon lui à 680 000 talers. En ne retenant que la portion vendue à l'étranger, Hülße arrive au chiffre de 300 000 talers.

234. Hülße, 1853, p. 8 : « *Bezüglich des Unterrichtsplanes erstrecken sich diese Abänderungen theils auf eine immer consequentere Abrundung des Lehrganges der unteren Abtheilung, theils auf den weiteren Ausbau der oberen, welcher unbestritten unter dem Einflusse des sich immer weiter ausbreitenden Eisenbahnwesens erfolgte.* »

235. GBC, 1844, p. 3 : « *das erste Glied einer grösseren Reihe von Versuchen, welche der Verfasser in dem industriellen Chemnitz und seiner Umgebung anzustellen gedenkt* », « *Die dem Versuche unterworfene Maschine befindet sich in dem neu angelegten Atelier des Maschinenbauers Herrn Richard Hartmann* ». Richard Hartmann (1809-1878) est un ancien employé de C.G. Haubold.

portante, supérieure par exemple au budget annuel de l'ensemble des instituts techniques saxons. Hülße, qui est également conseiller technique de l'État de Saxe, est chargé d'évaluer la pertinence scientifique du projet. Il juge la proposition raisonnable et le nouvel atelier de Hartmann est construit ; il se revèle d'ailleurs un grand succès et emploie rapidement plusieurs milliers d'ouvriers.

Les deux hommes entament une collaboration technico-scientifique qui débouche notamment sur la publication du mémoire scientifique de 1844 [236]. Le but de l'essai est de mesurer, à l'aide d'un dynamomètre de frein qui oppose une résistance modulable à la machine et d'un manomètre, la pression produite par la machine à vapeur. Nous supposons, puisqu'il s'agit d'un programme scolaire et que l'essai a lieu dans un atelier, que les connaissances mathématiques mobilisées sont de l'ordre de celles qu'un ingénieur devait maîtriser en 1844 pour mener à bien la construction d'une machine à vapeur. Pour calculer la force motrice, Hülße fait appel au calcul littéral et les différentes mesures obtenues l'amènent à modéliser ce qu'il nomme le coefficient de la machine [237]. Ce coefficient permet ensuite, dans la pratique, de mesurer facilement la force des machines ; un ingénieur peut alors en déduire rapidement diverses formules pratiques à partir de la théorie générale de la vapeur, en ne mesurant pour chaque machine que le nombre de tours effectués par unité de temps. Hülße s'inspire ici - en le nommant - des travaux réalisés dans ce domaine en France par Jean-Victor Poncelet (1788 - 1867) [238]. Il suppose que le lien entre le nombre de tours et ce coefficient peut être défini (*sich bestimmen lassen*) par une courbe du second ordre. Pour la déterminer, il utilise alors la méthode des moindres carrés et renvoie pour explication le lecteur au mémoire qu'il a publié à ce sujet dans le programme de Chemnitz de l'année 1841 (voir annexe H.1). L'article contient ensuite une étude détaillée de la machine, et l'auteur propose plusieurs autres méthodes - qui font appel à des connaissances mathématiques équivalentes - pour mesurer la force motrice ou la quantité d'énergie perdue par frottement.

Cet exemple illustre à nouveau le rôle des livrets scientifiques des instituts techniques : il s'agit de diffuser auprès des techniciens et ingénieurs locaux, aussi bien en poste qu'en formation, des savoirs relevant des mathématiques pratiques, dans le but de faire progresser la mathématisation du machinisme. La recherche scientifique en Saxe est étroitement liée à la construction des machines. Il ressort des exemples précédents que le rôle joué par les instituts techniques et les professeurs de mathématiques en Saxe dans le domaine de la maîtrise de la

236. L'État consent par la suite à R. Hartmann d'autres avantages financiers ; les raisons invoquées incluent notamment la nécessité de garder en Saxe un atelier qui contribue à la formation des techniciens. Sur l'atelier d'Hartmann et le rôle de Hülße dans l'attribution des prêts, voir Kiesewetter, 2007, pp. 565-566.

237. GBC, 1846, p. 6. Il utilise la formule $\frac{2h\pi uG}{60\times 75}$, qu'il présente comme « une formule connue », où h est la longueur du levier de frein, G le poids au bout de ce levier, u le nombre de rotation par minute et la constante *75* la force d'un cheval (en kilogramme par mètre).

238. J.-V. Poncelet est mentionné avec plusieurs autres savants alsaciens travaillant sur la vapeur, ce qui témoigne d'une bonne connaissance des travaux récents en langue française dans ce domaine (voir GBC, 1844, p. 7).

vapeur a été très important. Les mathématiciens sont parfois impliqués directement dans la mise au point de machines, comme Schubert ; le plus souvent, ils jouent un rôle de conseil et d'évaluation [239]. Le cas de Hülße est intéressant : il est à la fois conseiller du gouvernement, directeur d'une institution d'enseignement, professeur de mathématiques, et travaille comme ingénieur auprès des industriels.

Pour obtenir un autre aperçu de l'importance des instituts scientifiques et techniques saxons dans le développement du chemin de fer, nous pouvons étudier les carrières des anciens élèves sur la quinzaine d'années 1836-1850, présentées dans la figure 22 [240]. Parmi les 48 personnes ayant suivi dans son entier le cursus supérieur de l'établissement, plus d'un quart travaillent ensuite dans les chemins de fer. Il s'agit alors du débouché le plus populaire avec l'enseignement. Nous n'avons pas choisi la période 1836-1850 au hasard : elle englobe uniquement les étudiants formés après la réforme des années 1830, inspirée par le voyage de Schubert au Royaume-Uni et ses études des chemins de fer britanniques. Si nous arrêtons notre relevé avec l'année 1850, c'est parce que l'on observe ensuite deux phénomènes importants : d'une part la nette augmentation du nombre d'étudiants diplômés de cette section supérieure, qui passe d'environ 3 par an sur la période 1836-1850 à plus d'une dizaine. D'autre part la construction de machines - en plein essor - remplace le chemin de fer comme première orientation professionnelle des étudiants.

Profession	**Nombre**
Enseignement	13
Chemins de fer	13
Autres et inconnus	10
Ingénieurs (chaussées, hydraulique, construction)	7
Construction de machines, industrie, assurances	5
Total	48

Figure 22 – Profession en 1853 des anciens élèves de l'Institut de formation technique de Dresde (1836-1850, données obtenues à partir de Hülße, 1853).

Ces chiffres représentent seulement une borne inférieure, afin de donner une idée de l'importance et du lien entre les disciplines mathématiques et l'ingénierie des chemins de fer.

239. Cela ne signifie bien sûr pas que Schubert n'a pas occupé un rôle d'expert auprès du gouvernement. Il a au contraire établi de nombreux rapports (*Gutachten*) et fut membre de multiples commissions gouvernementales, ainsi que de la députation technique du ministère de l'intérieur.

240. Cette figure n'inclut pas les étudiants qui n'ont suivi qu'une partie des enseignements du cursus supérieur car les informations de J.A. Hülße sont alors bien moins précises et la catégorie « inconnus » domine toutes les autres. Mais on y retrouve un motif similaire : sur les 58 étudiants n'ayant pas terminé leur cursus sur la même période, 11 travaillent en 1853 dans les chemins de fer.

Ils sont sous-estimés pour trois raisons : la première est que nous ne possédons pas ou peu de données pour de nombreux étudiants. Deuxièmement, certaines personnes alternent les métiers d'enseignant et d'ingénieur, mais ne sont recensées que sur le métier qu'ils exercent en 1853 : par exemple, Carl Heinrich Schmidt (1818- ?) est considéré seulement comme enseignant de mathématiques. Étudiant à l'Institut de formation technique jusqu'en 1844, il a cependant travaillé comme ingénieur dans les chemins de fer lors de la construction de la ligne Chemnitz-Riesae [241], avant d'être nommé enseignant à l'École professionnelle de Zittau. Enfin, nous ne considérons ici que l'Institut de Dresde, alors que certains étudiants de Freiberg et de Chemnitz sont aussi devenus ingénieurs dans les chemins de fer, comme A. Hallbauer. Dans le second quart du XIX^e siècle, l'essor des instituts techniques supérieurs en Saxe entraîne une professionnalisation du métier d'ingénieur, tandis que les professeurs de mathématiques participent activement à l'industrialisation du pays.

* *
*

> « Après la fin des guerres napoléoniennes, on acquit en Allemagne la conviction que l'on devait s'efforcer de remplacer par des moyens appropriés la perte de prospérité matérielle. On remarquait en effet avec effroi l'avance acquise par l'Angleterre dans les domaines du commerce, de l'industrie et des transports, grâce à l'utilisation de la vapeur [...]. On essayait avec sérieux et énergie de rattraper ce qui avait été perdu, et en particulier de remplacer le manque de ressources matérielles et commerciales par des efforts intellectuels, plus spécifiquement par la fondation d'une technique rationnelle [...]. Cependant, la plupart des savants allemands de cette époque, qui auraient dû aider à réunir la science et la pratique rationnelle, étaient presque sans exception bien trop éloignés des techniques en question pour pouvoir arriver à concevoir et à accomplir correctement cette mission. » [242]
>
> C.M. Rühlmann, *Vorträge über die Geschichte der technischen Mechanik*, 1885.

241. Voir sa notice biographique p. 520. Cette ligne, commencée en 1845 et achevée deux ans plus tard, est très importante pour l'économie saxonne puisqu'elle relie le centre industriel de l'État (Chemnitz) à la ligne Leipzig-Dresde et qu'elle est ensuite étendue jusqu'à Zwickau, donnant ainsi aux industries saxonnes un accès facile aux importantes réserves de charbon de la ville.

242. Rühlmann, 1885, vol. 1, pp. 404-406 : « *Nach Ende des Napoleonischen Krieges gelangte man auch in Deutschland zu der Überzeugung, daß man sich bemühen müsse, die Verluste am materiellen Wohlstande durch geeignete Mittel zu ersetzen. Mit Schrecken gewahrte man namentlich den Vorsprung Englands im Gebiete der Gewerbe, der Industrie und des Verkehrs durch Benutzung der Dampfkraft* [...]. *Man bestrebte sich mit Ernst und Energie, das Versäumte nachzuholen und insbesondere den Mangel an den rechten materiellen und commerciellen Hülfsmitteln durch geistige Anstrengungen und speciell durch Begründung einer rationellen Technik zu ersetzen.* [...] *Allein fast alle damaligen deutschen Gelehrten, welche die eigentliche Brücke zwischen Wissenschaft und rationeller Praxis hätten schlagen helfen sollen, standen beinahe ohne Ausnahme der betreffenden Technik viel zu fern, als daß sie zur rechten Auffassung und Behandlung der ihnen obliegenden Aufgabe gelangen konnten.* »

À partir de 1815, la politique scientifique saxonne s'oriente vers la création de nouvelles institutions susceptibles de combler le gouffre qui existe entre l'enseignement des sciences mathématiques, essentiellement à l'université, et les besoins matériels de l'État. Nous avons montré que ces discussions concernent principalement la dimension sociale de l'enseignement des mathématiques. Il ne s'agit pas simplement d'enseigner des connaissances *in abstracto* et il faut au contraire, comme le souligne le mathématicien saxon C.M. Rühlmann, adopter et promouvoir une rationalité technique basée sur un enseignement et une utilisation systématique des sciences mathématiques.

La Saxe est l'un des premiers États allemands à mettre en place une nouvelle politique scientifique qui contribue efficacement à l'essor de l'industrialisation. La situation évolue brusquement à partir du milieu des années 1830 avec l'apparition de la première ligne de chemin de fer entre Leipzig et Dresde. Les montants des investissements et des bénéfices, qui se chiffrent en millions de talers, rendent alors visible l'intérêt des nouvelles institutions techniques et la nécessité de fournir aux ingénieurs une formation scientifique de haut niveau. Le gouvernement saxon, en particulier grâce au soutien du *Staatsminister* von Lindenau, apporte son soutien à l'institutionnalisation de l'enseignement des sciences dans un but pratique. L'Institut de formation technique est créé dans ce seul but, mais l'implication des mathématiciens lui permet d'atteindre un haut niveau d'enseignement. Il voit ses moyens augmenter tandis que de nouvelles Écoles professionnelles sont fondées à Chemnitz, Zittau et Plauen, ce qui lui permet de devenir en 1851 une École polytechnique à part entière. L'enseignement des mathématiques est conçu et accompagné d'une recherche intensive dans les différents domaines des mathématiques pratiques. Les professeurs dialoguent avec des ingénieurs et sont même occasionnellement à la fois enseignants et entrepreneurs. Les mémoires techniques et scientifiques publiés avec les programmes de ces institutions témoignent de cet essor.

Cette étroite association des sciences mathématiques et du domaine technique semble précoce en Saxe relativement au reste de l'Europe continentale. Elle se distingue par son caractère conscient et systématique [243] ; qui plus est, bien que cette politique scientifique soit utilitaire, elle ne néglige pas l'aspect scientifique de l'enseignement des mathématiques. En Saxe, le métier de professeur de mathématiques dans l'enseignement technique se professionnalise dès le début des années 1830. À l'inverse, l'enseignement des mathématiques dans les instituts techniques d'autres États allemands, et notamment en Prusse, reste longtemps négligé par le gouvernement : « ces académies étaient des lieux de formation, et pour cette

243. Comme le souligne A. Guagnini, « on ne saurait trop insister sur le fait que, avant 1850, un lien étroit entre la science académique et la pratique industrielle était inhabituel. Dans les secteurs manufacturiers autres que la chimie, comme la métallurgie, l'ingénierie textile et mécanique, la théorie et la pratique était encore plus séparées, même si de temps en temps des scientifiques et des professeurs d'université étaient consultés par des fabricants sur des problèmes spécifiques. » (dans Ruëgg, 2004, p. 607, notre traduction).

raison aucune recherche ne fut attendue des professeurs pendant longtemps »[244]. La Saxe se distingue également par l'étroite coopération encouragée par l'État entre les mathématiciens et les milieux manufacturiers et industriels. Cette collaboration, comme le montre notre étude des archives des établissements techniques, n'est pas le fruit du hasard mais le résultat d'une politique scientifique volontaire et coordonnée.

Dans le second quart du XIX^{e} siècle, on assiste ainsi à la création d'une série d'institutions techniques renommées dans lesquelles les sciences mathématiques, physiques et chimiques sont cultivées à haut niveau. Les préjugés contre l'enseignement de ces sciences, jugées autrefois inférieures à la philologie, à la philosophie et aux formations universitaires, ne disparaissent pas immédiatement. L'essor des établissements techniques provoque même paradoxalement, dans l'enseignement secondaire classique, un rejet des sciences exactes et naturelles. C'est à l'intégration progressive des mathématiques dans ces écoles secondaire classiques, au contenu des programmes et aux méthodes d'enseignement que nous allons maintenant nous intéresser.

244. Knobloch, 1998, p. 519 (notre traduction). Il ajoute que « l'activité d'enseignement était réalisée en plus d'une autre activité professionnelle. La première chaire de mathématiques à l'Académie professionnelle [de Berlin] fut créée en 1856 ». Voir également Kahlow, 2000.

Chapitre 4

Les mathématiques dans l'enseignement secondaire classique, entre idéologie et pragmatisme

Introduction

L'historiographie des mathématiques est dans la tradition allemande liée à celle de son éducation non seulement universitaire mais secondaire. La multiplicité des États allemands et la variété des réformes adoptées au cours du XIXe siècle sont sources d'une riche littérature sur ce sujet. Parmi les publications récentes les plus marquantes, on peut citer les travaux de G. Schubring et de H.N. Jahnke sur la Prusse, ceux de W. Eccarius sur la Thuringe, de S. Kesper-Biermann sur la Hesse et de H. Säckl sur la Bavière [1]. Les étapes principales de l'histoire institutionnelle de l'enseignement secondaire saxon en mathématiques sont parfois intégrées dans des analyses comparatives [2]. Il existe également quelques études spécifiques à la Saxe qui remontent au début du XXe siècle ; ces travaux sont utiles, en particulier pour l'inventaire des sources primaires imprimées, mais manquent de structure, si bien que l'histoire y est souvent réduite à une simple description et énumération de biographies [3]. On trouve en dehors de ces travaux de nombreuses études particulières consacrées à un enseignant ou à un établissement. Elles ont souvent été réalisées par un professeur local à la fin du XIXe siècle et s'appuient sur les programmes imprimés ainsi que sur une collecte de témoignages et de souvenirs. Une littérature abondante est enfin consacrée de manière globale à l'histoire de l'enseignement secondaire saxon [4]. Ces ouvrages généraux, dans lesquels les mathématiques

1. Respectivement Schubring, 1991 [1983] ; Jahnke, 1986 ; Jahnke, 1990 (en particulier pp. 1-33 et pp. 323-404) ; Eccarius, 1987 ; Kesper-Biermann, 2001 et Säckl, 1984 (en particulier pp. 93-165 et pp. 182-187).

2. Voir en particulier Jeismann et Lundgreen, 1987, pp. 218-219. Une brève étude comparative très récente, incluant la Prusse, le Hesse et la Bavière, est Schubring, 2012.

3. Starke, 1897, est consacré à la période 1700-1895 (voir en particulier pp. 23-56). Witting, 1910, se focalise sur la seconde partie du XIXe siècle : l'ouvrage fait partie de la collection éditée par F. Klein sur l'histoire de l'enseignement des mathématiques en Allemagne. Pour une évaluation de cette historiographie des mathématiques allemandes réalisée au début du XXe siècle, voir Gispert, 1999 et Schubring, 2003.

4. Une référence importante est l'histoire de l'enseignement en Allemagne de F. Paulsen (Paulsen, 1885). Voir également Pfretzschner, 1849 ; Peter, 1900 et Schwabe, 1900.

sont peu présentes, permettent de se rendre compte à quel point leur enseignement était alors négligé ; ils se révèlent cependant par là même souvent peu instructifs sur la forme, les méthodes et le contenu des programmes de mathématiques.

Le premier objectif de ce chapitre est donc de décrire précisément le contenu du curriculum mathématique secondaire classique en Saxe et son évolution jusqu'au milieu du XIXe siècle. Les sources ayant été étudiées jusqu'ici sont les programmes scolaires imprimés des établissements, matériel très disparate, ainsi que les principaux textes de lois publiés. Les archives de l'État saxon sur ce sujet, en particulier celles du ministère de l'éducation, n'avaient pratiquement pas été exploitées. Un premier but de notre analyse est donc d'apporter à la littérature existante un éclairage détaillé concernant la Saxe. Pour obtenir une image globale de l'enseignement secondaire des mathématiques, nous nous appuyons tout d'abord sur l'ensemble des lois et des décrets publiés entre 1773 et 1850 (la chronologie des principales décisions se trouve dans l'annexe B.3, p. 426 [5]). Ces textes officiels sont cependant insuffisants à deux égards. D'une part ils expliquent ce qui devrait être, et non ce qui est ; nous les avons donc comparés avec les archives du ministère de l'éducation, qui contiennent de multiples comptes rendus, questionnaires et observations, pour vérifier la mise en œuvre des réformes. D'autre part, les lois ne présentent qu'une partie de la réalité, un compromis obtenu à une époque donnée. Pour comprendre l'élaboration de ces textes, nous avons étudié les ébauches des réformes, les contributions spontanées des mathématiciens envoyées au ministère de l'éducation et les rapports rédigés par l'administration. Ces sources donnent un nouvel éclairage sur les décisions finalement prises en les replaçant dans leur contexte et en tenant compte de leur genèse tortueuse. Un autre élément en ce sens est fourni par les minutes des débats parlementaires, souvent animés, disponibles à partir des années 1830.

Hors du cadre législatif, nous avons utilisé de nombreuses sources primaires imprimées. Les controverses sur le rôle des mathématiques dans l'enseignement secondaire ont en effet produit une littérature conséquente. Plusieurs mathématiciens discutent, parfois de manière anonyme, les réformes en cours sur la période 1773-1850, en particulier au début des années 1830 [6]. Ces sources prennent tout leur sens lorsqu'elles sont étudiées de manière chronologique et mises en parallèle avec le processus législatif. Enfin, la vaste littérature des programmes publiés annuellement par les établissements eux-mêmes est une importante source d'informations à double titre. Ils contiennent d'une part des indications sur chaque école, l'organisation

5. Les textes de lois sur l'enseignement et la religion, lorsqu'ils concernent l'ensemble de la Saxe, sont regroupés dans Schulordnung, 1773 ; Schulordnung, 1784 ; Richter, 1840 et Schreyer, 1852. On y trouve un certain nombre de décrets, les autres étant consignés dans les archives du ministère de l'éducation. Nous employons dans ce travail uniquement les termes de loi, décret et règlement, afin de simplifier le vocabulaire administratif saxon qui est bien plus élaboré.

6. Voir Drobisch, 1832 ; Rüdiger, 1833 ; Snell, 1834 ; Lindemann, 1834a ; Lindemann, 1834b ; Preusker, 1835 et Böttcher, 1849.

des cours et les enseignants ; pour les figures les moins connues des mathématiques saxonnes, il s'agit parfois de notre unique source de renseignements biographiques. D'autre part, on y trouve ponctuellement des mémoires ou articles scientifiques écrits par les mathématiciens locaux [7].

Le second objectif est d'analyser le lien entre l'évolution de l'enseignement secondaire classique et la professionnalisation de la discipline mathématique. La spécialisation du métier d'enseignant en sciences est une étape centrale dans l'apparition de communautés scientifiques au début du XIXe siècle [8]. H. Mehrtens explique en 1981 que « la base sociétale principale pour le travail mathématique a été le système d'éducation, [si bien que] l'importance d'études adoptant ce point de vue peut difficilement être sous-estimée. » [9] La place de ce phénomène de professionnalisation est dans notre cas encore renforcée par la forte tendance en Saxe à ne recruter que des enseignants et scientifiques locaux. La formation secondaire en mathématiques détermine donc largement les connaissances et le profil des futurs mathématiciens. Analyser l'évolution des programmes du secondaire permet de mieux comprendre les débats et la chronologie des évolutions dans les institutions supérieures, que ce soit à l'université de Leipzig, dans les Académies de Freiberg et Tharandt ou dans les Instituts de Dresde et Chemnitz. Nous chercherons enfin à montrer en quoi, et pour quelles raisons, l'histoire de l'enseignement des mathématiques saxonnes a suivi une trajectoire originale. Nous avons retracé au chapitre précédent la genèse d'écoles professionnelles (*Gewerbeschulen*) ; il faudra ici expliquer la difficulté d'implantation en Saxe des *Realschulen*, un second type d'écoles professionnelles très répandues dans les autres États allemands. La question de la formation des enseignants prend également ici une forme particulière puisque l'université de Leipzig n'en possède pas le monopole. Le troisième but de ce chapitre est donc d'opérer, lorsque cela est possible, des comparaisons avec l'histoire de l'enseignement des mathématiques dans les autres États allemands.

Nous étudierons dans un premier temps la réforme de 1773 pour déterminer exactement quelle est la place des mathématiques dans le secondaire et comment elles sont enseignées, avant de se focaliser sur la question du statut social de la discipline et de ses représentants. Dans un second temps, les débats qui opposent partisans et adversaires de l'enseignement des mathématiques seront détaillés. On y discute aussi bien l'organisation des écoles que le rôle des mathématiques dans la formation de l'élève ou les méthodes d'enseignement. Il

7. L'ouvrage de référence qui souligne l'intérêt, et recense les publications de ce type dans l'espace germanophone est Schubring, 1986. Il y manque cependant pour la Saxe un certain nombre de programmes.

8. Pour une étude de ce problème essentiel consacrée exclusivement à la Prusse, voir Schubring, 1991 [1983]. Voir également Schubring, 1993, sur la notion de communauté scientifique dans les mathématiques allemandes.

9. Mehrtens *et al.*, 1981, p. 262 (notre traduction). D'autres arguments sur le rôle de l'enseignement sont fournis dans des articles publiés plus récemment par B. Belhoste et G. Schubring dans la *Revue d'histoire des mathématiques* : Belhoste, 1998 et Schubring, 2001.

existe différents acteurs et partis : philologues conservateurs ou modérés, mathématiciens et philanthropes, hommes d'État ou de commerce, qui tentent tous d'influencer les réformes. Ensuite, à partir de 1830, une série de décisions politiques réhabilitent l'enseignement des mathématiques, qui ne prend cependant pas exactement la même forme que dans les États voisins. Nous étudierons alors la dernière réforme promulguée en 1846 et 1847, en analysant à la fois l'écriture de la loi et son application. Nous essaierons enfin de comprendre l'absence en Saxe de structures de formation pour les enseignants du secondaire en mathématiques.

4.1 Une discipline négligée dans l'enseignement secondaire classique

La multiplicité des établissements secondaires et des dénominations, même dans un État de taille modeste comme la Saxe, oblige à déterminer précisément le périmètre d'étude et à poser des critères objectifs de choix. Le terme d'école secondaire classique exclut les écoles secondaires professionnelles ou techniques qui apparaissent progressivement en Saxe. Il désigne les établissements traditionnels, alors encore parfois désignés sous le nom d'écoles latines (*Lateinschulen*), dans lesquels la culture classique - langues anciennes et religion - constitue le cœur des programmes. Nous avons retenu tous les établissements ayant pour vocation de préparer à un enseignement supérieur, universitaire ou technique, car ce sont ceux qui doivent transmettre un savoir scientifique, des connaissances poussées, et pour lesquels une analyse en termes d'individus et de communauté scientifique est justifiée.

Mais seuls les établissements secondaires en territoire saxon de 1773 à 1850 ont été étudiés en détail. Cela revient à exclure de fait la vaste portion de territoire cédée à la Prusse à la fin des guerres napoléoniennes en 1815 [10]. Quant aux établissements appartenant à l'aire culturelle saxonne au sens large, c'est-à-dire aux petits États de Saxe-Meinigen, Saxe-Coburg-Gotha et Saxe-Altenburg, que nous évoquons de manière ponctuelle dans notre étude, ils ne seront abordés que pour l'influence qu'ils ont pu avoir sur l'enseignement des mathématiques en Saxe proprement dite [11].

4.1.1 1773 : les mathématiques oubliées dans la réforme de l'enseignement secondaire

Il existe au XVIII^{e} siècle en Saxe deux grands types d'écoles secondaires, les écoles d'État (*Fürstenschulen* ou *Landesschulen*) et les écoles de ville (*Stadtschulen*). Ces écoles sont le plus souvent composées de six classes, de la *Sexta* à la *Prima*, classe après laquelle il est éventuellement possible de s'inscrire à l'université. Les écoles d'État ont été fondées au XVI^{e} siècle et sont directement administrées par le gouvernement. Il s'agit des écoles de Meißen (*Sankt Afra*), de Grimma (*Sankt Augustin*), près de Leipzig, et de Pforta (*Sankt*

10. Ce choix repose sur deux considérations principales : d'abord la nécessité de formuler des critères objectifs de sélection des établissements, ensuite la nécessité de posséder un échantillon assez réduit afin de pouvoir se livrer à une étude détaillée et ne pas en rester à des considérations générales.

11. Pour cette raison, le *Philanthropin* de Dessau, établissement modèle du philanthropisme entre 1774 et 1793, ne sera pas étudié car il ne se trouve pas sous l'autorité de l'électeur de Saxe, bien qu'il ait eu une influence indéniable dans les débats civils et législatifs.

Marien) [12] ; elles sont bien financées par l'État saxon et leur renommée dépasse les frontières de la Saxe. Jusqu'au XIX^e siècle, elles représentent un modèle pour de nombreux États allemands, en particulier au sud [13]. Dans ces établissements, des enseignants de mathématiques interviennent dès le début du XVIII^e siècle. En 1725, Johann Albrecht Klimm (1698-1778) assure à Grimma les cours de mathématiques, et en 1729, Christian Friedrich Haupt (?-1749) lui succède [14]. Ce dernier publie en 1740 un manuel d'arithmétique en allemand, *Anleitung zu den Arithmetischen Wissenschaften*, explicitement destiné à son enseignement à l'École d'État, si bien que nous pouvons avoir une image assez précise du contenu des cours [15]. Outre les quatre opérations et le calcul numérique, ce manuel contient essentiellement des mathématiques pratiques : calculs d'intérêts simples et composés, héritages, alligation ou conversion de mesures. Il se termine avec des exercices d'extraction de racines carrées et cubiques, ce qui témoigne à la fois d'un enseignement assez complet et d'un souci de fournir aux élèves des connaissances utiles dans la vie civile. Le successeur de Haupt est Gottlob Heinrich Richter (1718-1796), ancien étudiant de l'université de Wittenberg ; il possède un statut et une rémunération équivalents aux autres enseignants de l'école [16]. Au XVIII^e siècle, les enseignants des écoles d'État sont généralement d'anciens élèves ayant ensuite étudié dans l'une des deux universités saxonnes.

Les écoles de ville, qui sont une vingtaine dans les frontières saxonnes de l'époque, ne sont pas soumises à l'administration du gouvernement. Elles sont financées et dirigées par les conseils de villes (*Stadtrath*), et il en résulte de grandes disparités dans l'organisation de l'enseignement. Ces établissements peuvent d'ailleurs porter des noms variés, ce qui rend difficile leur identification comme école secondaire classique. Nous avons pris en compte dans cette étude, et désignons sous le nom générique de « *Gymnasium* », le *Lyceum* d'Annaberg, le *Gymnasium* de Bautzen, le *Lyceum* de Chemnitz, la *Kreuzschule* de Dresde, la *Bürgerschule* de Dresden-Neustadt, le *Vitzthumsches Gymnasium* de Dresde, le *Gymnasium Albertinum* de Freiberg, les *Thomasschule* et *Nikolaischule* de Leipzig, le *Königliches Gymnasium* de Plauen, le *Lyceum* de Schneeberg, la *Bürgerschule* de Zittau et le *Gymnasium* de Zwickau [17]. Le niveau des cours de mathématiques dispensés est le plus souvent faible, mais très variable d'une école à l'autre. Dans la plupart des établissements, il n'y a aucun enseignant de

12. Près de Naumburg, aujourd'hui dans l'État de Saxe-Anhalt. Cette école est située sur le territoire annexé par la Prusse en 1815.

13. Voir Paulsen, 1885, pp. 642-643.

14. Mücke, 1796, pp. iv-v.

15. Haupt, 1740. Le titre complet allemand est *Anleitung zu den Arithmetischen Wissenschaften, vor die Alumnos der Königl. und Churfl. Sächsischen Land-Schule Grimma, mit aller Kürze und Deutlichkeit aufgezeichnet, und daneben durchgehends mit den anmuthigsten Exempeln, sowohl aus den Historien, als den mathematischen Disciplinen, ausgezieret.*

16. Voir sa notice biographique p. 516.

17. Il s'agit des établissements qui se trouvent à l'intérieur des frontières saxonnes après les accords de 1815. Il faut également signaler l'existence d'écoles de ville à Görlitz, Merseburg, Naumburg, Schleusingen et Wittenberg, sur le territoire annexé par la Prusse : voir la carte de l'aire saxonne dans l'annexe A.3.

mathématiques et seuls des rudiments de calcul et de géométrie sont délivrés aux élèves. La conception humaniste traditionnelle se focalise uniquement sur l'enseignement du latin et dans une moindre mesure du grec. Le but de l'école est de fournir aux élèves une maîtrise de la lecture, mais également de l'écriture et de la pratique orale de ces deux langues. Une exception notable est le *Gymnasium* de Bautzen : il semble être un lieu privilégié pour les mathématiques puisque l'on y trouve au plus tard en 1767 un enseignant de mathématiques, Ehrenfried Traugott Demuth (1738-1799). Il s'agit d'un ancien élève de l'école ayant étudié à Leipzig avant d'être nommé enseignant ; il devient même en 1781 recteur de l'établissement [18].

Écoles d'État et écoles de ville sont donc très différenciées dans leur organisation, leur rapport avec l'État saxon et la place qui est accordée aux mathématiques. Cela explique pourquoi elles vont être différemment affectées par le nouveau règlement sur l'enseignement secondaire qui entre en vigueur en 1773. Le principe d'une réforme de l'enseignement secondaire est acté dès la fin de la guerre de Sept Ans, dans le cadre de la politique du *Rétablissement*. Elle est officiellement introduite quelques années plus tard, en 1773, par l'électeur de Saxe Frédéric-Auguste III. Le but est, comme pour l'ensemble des réformes de cette période, de simplifier et de coordonner les institutions, d'augmenter l'influence du pouvoir central et d'essayer de donner une cohésion au système éducatif primaire et secondaire. Un professeur de l'université de Leipzig, Johann August Ernesti (1707-1781), et le comte Peter von Hohenthal (1726-1794), vice-président de l'*Oberconsistorium* de Dresde, sont chargés de la réforme.

Le programme de mathématiques pour les *Landesschulen*

Le « nouveau règlement scolaire » (*Erneuerte Schul-Ordnung* [19]) décrit dans une première partie la nouvelle organisation des « trois écoles princières et écoles de l'électorat de Saxe », autrement dit les trois écoles d'État de Grimma, Meißen et Pforta, qui sont déjà sous l'autorité de l'*Oberconsistorium* de Dresde [20]. Plus précisément, il réforme et harmonise le programme des trois dernières classes de *Tertia*, *Secunda* et *Prima*. Cette première partie entend donner aussi bien des conseils pédagogiques qu'une définition du contenu des programmes. La liberté d'enseignement des professeurs est rappelée en introduction, mais le contenu et le ton du texte soulignent assez clairement son caractère prescriptif. De fait, le gouvernement saxon finance, et donc contrôle entièrement ces établissements. L'enseignement des langues anciennes est jugé insuffisant, et l'on demande à ce qu'il soit complété par des cours dans les autres disciplines. Le règlement poursuit en cela une politique scientifique qui est, nous l'avons vu, déjà présente dans ces écoles d'État. Il s'inscrit donc dans une tendance

18. Voir sa notice biographique p. 496.

19. Schulordnung, 1773, dont le titre allemand complet est *Erneuerte Schul-Ordnung für die Landesschulen Meißen, Grimma und Pforta, sowohl der lateinischen Stadtschulen, ingleichen die deutschen und Dorfschulen, von 17 März 1773.*

20. Voir la position de l'*Oberconsistorium* dans l'administration saxonne dans l'annexe B.1.

humaniste modérée, ouverte à l'idée de réforme et à l'introduction mesurée de nouvelles disciplines en plus des langues anciennes [21].

Le texte consacre un paragraphe aux sciences mathématiques et indique qu'elles doivent faire l'objet de cours publics, dès la classe de troisième, selon le programme suivant : en *Tertia* et au début de la *Secunda* les élèves doivent apprendre le calcul (*Rechenkunst*), en fin de *Secunda* et en *Prima* la géométrie élémentaire. Ils doivent également recevoir en *Prima* un enseignement dans « les différentes parties des mathématiques appliquées, en particulier l'astronomie, la mécanique et la construction » [22]. Deux manuels sont recommandés, le premier étant l'abrégé des *Éléments* de Wolff. Cet ouvrage publié pour la première fois en 1710 est assez ancien, mais reste utilisé en raison du prestige de l'auteur et parce qu'il il traite de manière concise l'ensemble des sciences mathématiques. Le second a été écrit par J.A. Ernesti lui-même quatre décennies auparavant et s'intitule *Initia Doctrinae Solidioris*. Très populaire en Saxe, il en est à sa 5e édition au moment de la publication du règlement [23]. L'ouvrage regroupe une large collection d'enseignements considérés comme nécessaires à l'éducation générale, c'est-à-dire arithmétique, géométrie, psychologie, ontologie, dialectique, *jus naturae*, éthique et théologie naturelle. Il englobe l'ensemble des matières - hors langues anciennes - qu'Ernesti juge nécessaires à la formation d'un élève, pour la vie civile ou les études universitaires. Cette inclusion des mathématiques dans l'éducation générale (*Allgemeinbildung*) montre que les auteurs du règlement ne sont pas enfermés dans une vision étroite de l'enseignement humaniste. Ernesti a étudié la théologie et les sciences dans les deux universités de Wittenberg et Leipzig. Il devient ensuite recteur de la *Nikolaischule*, puis professeur d'éloquence à l'université de Leipzig et enfin professeur ordinaire de théologie. Pour lui, les mathématiques doivent contribuer à améliorer les capacités de réflexion des élèves et possèdent ainsi une importance d'ordre général : elles habituent « à réfléchir sur des choses abstraites, ainsi qu'à l'ordre et à la clarté. » [24]

Le règlement insiste en outre explicitement sur l'aspect utilitaire des sciences mathématiques, comme en témoigne l'introduction des mathématiques appliquées dans la classe de *Prima*. Ce cours doit aborder les bases de la construction et de la mécanique, et « les élèves doivent apprendre le calcul en fonction du besoin qu'ils peuvent en avoir plus tard dans les affaires de la vie » [25]. Il s'agit probablement ici de l'influence du second rédacteur du

21. J.A. Ernesti critique d'ailleurs l'humanisme traditionnel uniquement focalisé sur l'apprentissage du latin. Voir sur ce sujet Paulsen, 1885, pp. 451-455, et Schubring, 1991 [1983], p. 32.

22. Schulordnung, 1773, chap. VI, « §6. *Wie die Mathematik, in den Classen, zu treiben ist* », pp. 82-83 : « *ein und andrer Theil der angewendeten Mathematik, besonders die Astronomie, Mechanik und Civilbaukunst* ».

23. Ernesti, 1734. La 5e édition date de 1769.

24. Schulordnung, 1773, chap. VI, §8 : « *zum Denken über abstrakte Dinge und zur Ordnung und Deutlichkeit zu gewöhnen.* »

25. Schulordnung, 1773, chap. VI, §7 : « *Die Rechenkunst sollen die Knaben so lernen, wie sie dieselbe künftig, in den Geschäften des Lebens brauchen können* ».

texte, le comte von Hohenthal. Principal représentant de la pensée philanthropique en Saxe, il vice-préside l'*Oberconsistorium*, dirige la Députation de l'agriculture, de l'économie, de la manufacture et du commerce, et est également membre de la Société économique de Leipzig. Il cherche à encourager l'enseignement des matières utiles pour la vie civile dans la formation des écoles secondaires. Ce caractère utilitaire reste cependant assez limité car les « calculs difficiles et les avantages des artifices » utilisés dans le commerce sont à enseigner en dehors des cours publics.

Une connaissance minimale en mathématiques est ainsi considérée comme nécessaire, aussi bien pour son utilisation pratique que pour son rôle dans le développement intellectuel. Mais deux points doivent être soulignés : tout d'abord, l'importance de la matière reste marginale par rapport à la maîtrise des langues anciennes. De plus, la discipline n'est pas vraiment enseignée pour elle-même, comme en témoignent le traitement des démonstrations et l'utilisation du manuel de Ernesti. Celui-ci ne considère les mathématiques que comme une propédeutique pour un enseignement supérieur, et c'est essentiellement dans ce but qu'elles sont décrites et enseignées dans les premiers chapitres, avant de passer aux matières « supérieures », dans la tradition médiévale du *quadrivium*. Sur la nécessité des démonstrations, le règlement de 1773 est ambigu. Il est d'une part affirmé que les élèves doivent maîtriser les théorèmes et démonstrations « comme s'ils les avaient eux-mêmes découverts » [26] et de plus comprendre en quoi le théorème est indispensable à l'avancée du cours. Immédiatement après, la place de la discipline est cependant minorée, et le texte se clôt sur une mise en garde à l'encontre de ceux qui, par goût et capacité, voudraient aller plus loin. Ce sont les prémices d'un débat qui va durer durant près d'un demi-siècle, les philologues craignant que les mathématiques ne prennent la place du latin et du grec, matières jugées académiquement plus importantes :

> « Si quelques-uns [parmi les élèves] possédaient une envie ou une habileté particulière en mathématiques et voulaient de plus apprendre d'autres parties des éléments, comme l'optique, etc., il ne faut pas les empêcher de prendre des cours privés là-dessus. Cela ne doit cependant pas se faire aux dépens des autres choses à apprendre, car on n'aura pour cela ni beaucoup de temps ni beaucoup d'occasions à l'université. » [27]

Des indications floues pour les écoles de ville

Le règlement de 1773 propose dans une seconde partie un programme indicatif pour

26. Schulordnung, 1773, chap. VI, §8 : « *Beweisen* [...] *oder die* theoremata *selbst erfunden, scheinen können* ».

27. Schulordnung, 1773, chap. VI, §8 : « *So aber einige besondere Lust und Geschick zur Mathematik hätten, und auch von andern Theilen die Anfangsgründe lernen wollten, als von der Optik u.s.w. soll ihnen, Privatlection darüber zu nehmen, unverwehrt sein, iedoch daß es, ohne Nachteil der übrigen zu erlernen Dinge, dazu man, auf der Universität, nicht so viel Zeit und Gelegenheit, als zu jenen hat, geschehe.* »

les écoles de ville. Ces écoles secondaires sont alors totalement hors de l'influence de l'État, leur financement provenant des villes où elles sont implantées. Le texte ne peut donc pas avoir une valeur contraignante puisque c'est le conseil de la ville qui décide *in fine* des financements et gère l'organisation de la vie scolaire. La partie du règlement qui concerne les écoles de ville est présentée comme un compromis temporaire, valide jusqu'à ce qu'une loi plus ambitieuse vienne harmoniser et encadrer l'enseignement secondaire. Elle restera cependant en vigueur jusqu'à ce que l'État obtienne factuellement le contrôle des établissements au milieu des années 1830. Jusqu'à cette date, le texte n'a pas force de loi et son application varie fortement d'une école à l'autre selon la personnalité du recteur.

Dans les écoles de ville, les mathématiques ont comme dans les écoles d'État le but d'apprendre, en particulier aux élèves modestes, des rudiments de savoirs pratiques : utiliser un globe terrestre, lire et comprendre une carte. On retrouve également le rôle formateur des mathématiques, qui doivent permettre de développer chez l'élève l'attention et le sens de la précision. Il est recommandé de consacrer les classes de la sixième à la quatrième à apprendre les nombres et les quatre opérations. La troisième classe étend ces dernières aux fractions, avec une présentation mathématique, aborde les proportions et la règle de trois, en précisant qu'« il faut faire attention à ce que les exemples ne soient pas donnés *in abstracto*, mais qu'ils soient concrets, afin en particulier que les élèves reçoivent les connaissances nécessaires sur les types de monnaies, de mesures et de poids du pays. » [28] Il est recommandé de consacrer une heure par semaine à la géographie, d'avoir des cartes dans la classe, de donner une introduction à la connaissance de la nature. Le conseil est toujours de n'enseigner que ce qui est le plus utile (*nur das Brauchbarste zu lehren*). Pour les classes de *Prima* et *Secunda*, aucune mention particulière n'est faite et il est simplement précisé que « les cours particuliers sont utilisés par ceux qui les dispensent pour enseigner un peu de mathématiques » [29].

Les deux parties du règlement sont donc modestes dans leurs ambitions. Le texte se contente d'affirmer la nécessité d'un enseignement des mathématiques dans le secondaire : or celui-ci est déjà présent dans les écoles d'État, tandis que la partie concernant les écoles de ville n'est qu'indicative. On peut par conséquent se demander comment ce règlement a pu rester en vigueur, avec des modifications mineures, jusqu'en 1835 pour les écoles de ville et jusqu'en 1846 pour les *Landesschulen.* Cette situation ne doit rien au hasard : à la fin du XVIII[e] siècle, les professeurs de mathématiques sont rares et l'État saxon n'a ni l'autorité de faire recruter des enseignants par les villes, ni les moyens de les payer lui-même. Il n'existe en Saxe aucun lieu de formation des enseignants du secondaire dans

28. Heym, 1873, p. 19 : « *In den Exempeln ist darauf zu sehen, dass sie nicht alle in abstracto gegeben werden, sondern von concreter Art sind, damit die Knaben sonderlich von inländischen Geldssorten, Masse, Gewichte und andern Dingen, die nöthigen Begriffe bekommen.* »

29. Schulordnung, 1784, chap. 10, §4 : « *Die Privatstunden werden angewendet, denen, die sie halten, etwas aus des Mathematik beyzubringen* ».

lequel les mathématiques fassent partie du programme [30]. Dans ce contexte, une législation contraignante est inenvisageable et serait condamnée soit à fixer des objectifs très bas, soit à n'être pas respectée. Pour éviter cela, le règlement propose un texte volontairement flou qui met néanmoins l'accent sur la nécessité d'enseigner la discipline. C'est notamment pour cette raison que le texte est temporaire, car dans l'objectif du *Rétablissement*, il s'agit d'une première mesure qui doit permettre plus tard de préciser les exigences.

Malgré son envergure modeste, ce règlement ne va pas s'imposer sans difficulté et est bien souvent purement ignoré. L'électorat de Saxe ne possède pas à cette époque le pouvoir politique nécessaire pour mettre en place une réelle politique d'éducation. Les intérêts locaux sont surreprésentés, en particulier ceux des enseignants déjà en place, qui sont tous des philologues. Le texte de 1773 est le résultat d'un double compromis, le premier ayant lieu entre les deux rédacteurs du texte. Von Hohenthal représente une tendance philanthropiste, qui entend faire une place plus importante aux mathématiques et privilégier l'application, tandis qu'Ernesti défend une position humaniste modérée, où les mathématiques théoriques sont une composante d'une formation générale et servent avant tout à l'acquisition de la méthode scientifique. Le second compromis a lieu entre ces deux visions d'une part, et le mouvement humaniste conservateur de l'autre. Solidement implanté dans les écoles, il s'oppose à toute introduction des mathématiques dans l'enseignement secondaire. Dans ces conditions, l'absence de mesures contraignantes et l'inertie du système favorisent un *statu quo* qui bénéficie de fait à la tendance philologique en place.

C'est pour cette raison que, pendant plus d'un demi-siècle, la place des mathématiques dans le cursus général est discutée au niveau de chaque établissement. Ces débats jouent un rôle important car le règlement n'impose aucune contrainte sur le critère crucial : le nombre d'heures hebdomadaires consacrées à la matière. Ainsi un établissement dirigé par un recteur favorable comme celui de Bautzen peut l'interpréter comme mettant les mathématiques au nombre des matières majeures et y consacrer quatre, parfois jusqu'à six heures par semaine. De nombreux établissements décident à l'inverse de restreindre les mathématiques à une simple matière de calcul dispensée par l'un des enseignants de latin et renvoient toute étude complémentaire à des cours privés. Pour mieux comprendre la réalité de l'enseignement des mathématiques et la portée du règlement de 1773, il faut se pencher sur l'aspect concret de l'enseignement secondaire en Saxe à la fin du XVIIIe siècle. Cela implique de définir quel est le profil du *Mathematicus*, sa position et celle de la discipline dans l'école et la société saxonnes.

30. On trouve souvent des traces ou descriptions de séminaires, mais ce sont des endroits dans lesquels on forme des enseignants du primaire (*Volksschule*).

4.1.2 « *Mathematicus non est collega* »

Cette formule, qui a au XVIIIe siècle valeur de proverbe, exprime de manière concise ce qui est encore souvent la réalité au début du siècle suivant. Lorsqu'une école en possède un, le maître de mathématiques (*Mathematicus*, parfois orthographié *Mathematikus*) n'est le plus souvent pas intégré à l'établissement au sens où il ne fait pas partie du « collège » (*Collegium*) des enseignants. Cet organe, qui joue un rôle actif dans la gestion pédagogique de l'établissement, est défini de la manière suivante : « le collège des enseignants est composé de tous les enseignants principaux [*Hauptlehrer*] de l'école et doit se réunir au moins une fois par mois pour discuter et délibérer de l'état de l'école » [31]. Le *Mathematicus* n'est pas un enseignant à part entière ; bien souvent extérieur à l'établissement, il n'intervient que quelques heures chaque semaine pour un revenu peu élevé. Le titre même de « *Mathematicus* » ne correspond d'ailleurs à aucun statut ou diplôme particulier ; il ne garantit ni une formation, ni même des compétences spécifiques. Il arrive souvent que la personne n'ait suivi aucune étude de mathématiques ou de sciences naturelles. Comme l'exprime très bien en 1873 un historien de l'enseignement, le maître de mathématiques possède au début du XIXe siècle « un lien avec l'école à peu près aussi lâche que celui qu'entretient de nos jours quelqu'un comme le maître de danse, lorsqu'il existe. » [32]

Dans ce domaine également il faut distinguer les écoles d'État et les écoles de ville. Les premières ont en Allemagne été pionnières dans le domaine de la professionnalisation de l'enseignement des mathématiques. Dès les premières décennies du XVIIIe siècle, on trouve des enseignants à part entière pour cette matière, et la situation est officialisée dans les programmes de 1726 [33]. À la fin du siècle, les enseignants de mathématiques travaillent exclusivement pour l'établissement, font partie du *Collegium* et touchent un salaire équivalent à celui des autres professeurs. La plupart ont reçu une formation mathématique à l'université, ont publié des ouvrages pédagogiques ou de recherche, et ne dispensent des cours qu'en sciences : en ce sens, ils sont donc des enseignants spécialisés (*Fachlehrer*).

Dans les écoles de ville, où le statut des mathématiques est très hétérogène, nous pouvons distinguer quatre types de situations possibles. Le premier cas, qui est le plus

31. Berger, 1840, p. 377 : « *Das Lehrercollegium besteht aus allen bei der Schule angestellten Hauptlehrern, und hat sich regelmäßig wenigstens alle Monate einmal zu versammeln und über den Zustand der Schule zu berathen und besprechen* ».

32. Heym, 1873, p. 40 : « *Zu Anfang des Jahrhunderts knüpfte den Lehrer dieser Wissenschaft* [Mathematik] *fast ein eben so loses Band an die Schule, als heutigen Tages etwa noch bei dem Tanzlehrer, wenn ein solcher vorhanden ist.* »

33. Dès 1721, on trouve à Meißen un enseignant, Johann Melchior Steinbrück (1673-1723). Bien qu'il assume le rôle de *Mathematicus*, il n'est pas à proprement parler un professionnel puisqu'il est en réalité inspecteur de la fabrique de porcelaine de la ville. En 1729, il est remplacé par J.A. Klimm (1698-1778). On trouve une biographie de J.M. Steinbrück dans l'ADB, vol. 16 (1882), p. 184, qui prend soin de préciser qu'il était bien *collega* et possédait le statut d'enseignant.

fréquent à la fin du XVIII^e^ siècle, est un enseignement soit complètement absent, soit irrégulier et réduit aux bases du calcul. Dans un second cas, des cours publics sont prévus dans le programme ; ils ne sont cependant pas assurés par un enseignant spécialisé. Concrètement, cela signifie que chaque professeur de latin dédie quelques heures à l'enseignement du calcul et de la géométrie élémentaire. Le troisième stade est l'embauche d'un *Mathematicus*, c'est-à-dire d'une personne dont la seule tâche dans l'école est l'enseignement des mathématiques, sans faire partie du collège des enseignants. La dernière situation possible correspond à l'existence d'un enseignant de mathématiques qui possède un statut équivalent au reste des professeurs. On peut utiliser cette typologie et l'appliquer aux établissements secondaires saxons afin d'obtenir une vue d'ensemble de l'évolution de l'enseignement des mathématiques dans chaque établissement.

La figure 23 donne, pour chacune des quinze écoles classiques étudiées, la date à laquelle l'enseignement des mathématiques dans l'établissement passe d'une situation à une autre. Le signe « [1773] » signifie que la condition est remplie avant même que le nouveau règlement n'entre en vigueur. Nous pouvons ainsi constater que l'année 1773 où la réforme de l'enseignement est promulgée, seules les écoles d'État et le *Gymnasium* de Bautzen possèdent un enseignant de mathématiques. Trois établissements supplémentaires - le *Gymnasium* de Freiberg et les deux écoles de Leipzig - proposent des cours publics, sans que ceux-ci ne soient assurés par un enseignant spécialisé. Ce tableau permet de situer dans le temps la professionnalisation de l'enseignement des mathématiques. Dans la première décennie du XIX^e^ siècle, des cours publics sont présents dans la plupart des écoles. Ce n'est que dans les années 1820 que la majorité des établissements possèdent un *Mathematicus*. Au tournant des années 1830, la plupart des écoles classiques se dotent d'un véritable enseignant de mathématiques qui fait partie intégrante de l'établissement.

ll faut maintenant expliquer à la fois la faible implantation des mathématiques et le caractère très hétérogène des situations. Un facteur décisif est l'organisation de l'enseignement dans les écoles de ville : le personnel se compose d'un directeur, le *Rector*, assisté par un *Conrector*, et de quatre autres enseignants. Chaque classe est placée sous la responsabilité d'un des six professeurs, le recteur étant traditionnellement responsable de la classe de *Prima*. Cet enseignant principal (*Hauptlehrer*) assure les cours de langues anciennes et de religion qui représentent l'essentiel du programme. Dans ce système d'enseignement global, nommé *Gesamtunterrichtssystem*, l'idée d'un professeur spécialisé dans une matière n'existe pas. Jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, l'éducation suit les principes de l'humanisme classique, et l'on enseigne dans les écoles secondaires essentiellement le latin, ainsi que le grec et la religion. Un enseignant typique a été formé à l'université dans la faculté de théologie ; il n'est donc pas spécialiste d'une matière comme aujourd'hui mais responsable d'une formation générale [34].

34. Sur les définitions des systèmes d'enseignement en Allemagne, les différences entre système

Établissement	Premier cours public attesté	Mathematicus	Enseignant en mathématiques
Meißen	[1773]	[1773]	[1773]
Grimma	[1773]	[1773]	[1773]
Annaberg	1830	1830	-
Bautzen	[1773]	[1773]	[1773]
Chemnitz	1809	?	-
Dresden *Kreuzschule*	1819	1819	1833
Dresden *Bürgerschule*	1803	-	-
Dresden Vizthum.	1824	1826	1826
Freiberg	[1773]	1816	1832
Leipzig *Nikolaischule*	[1773]	1820	1820
Leipzig *Thomasschule*	[1773]	1801	1828
Plauen	1803	1835	1835
Schneeberg	1803	1811	1844
Zittau	1805	1844	1844
Zwickau	1821	1826	1826

Figure 23 – Évolution du type d'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires saxonnes classiques (1773-1850, tableau constitué à partir de sources multiples).

Les matières secondaires comme le français, l'allemand, le calcul ou la danse sont typiquement assurées par des personnes extérieures. Elles ne font donc pas partie du collège des enseignants, ce qui signifie concrètement qu'elles ne bénéficient pas du salaire, de la sécurité de l'emploi et de l'autorité liés à ce statut. Ce système d'enseignement global explique pourquoi il y a, à la fin du XVIII^e siècle, très peu de mathématiciens et beaucoup de philologues parmi les enseignants principaux (*Hauptlehrer*). Ceux-ci doivent avant tout maîtriser le latin et le grec puisque ces matières sont les plus importantes, les mieux considérées et qu'on ne peut sans elles être un enseignant à part entière. Cette organisation de l'enseignement explique également pourquoi, jusque dans les années 1830, les évolutions seront lentes et difficiles. Pour que le *Mathematicus* devienne un enseignant comme les autres, il faut avant toute chose réformer la conception de l'école secondaire. Cela implique d'abandonner l'évidence selon laquelle un enseignant prend en charge une classe entière, et de passer à un système de niveau dans chaque matière individuelle (*Fachklassensystem*). Il faut donc changer à la fois le contenu de l'enseignement, qui est jusque-là une formation

d'enseignement global (*Gesamtunterricht*), système de niveau dans chaque matière individuelle (*Fachklassensystem*) et système de classe d'âge avec professeurs différenciés (*Jahrgangsklassensystem*), voir Schubring, 1991 [1983], en particulier : 7. *Übergang zum Jahrgangsklassensystem.*

essentiellement philologique, et son organisation, dans laquelle un professeur est responsable de l'éducation d'une classe entière.

Le statut social des mathématiques et des mathématiciens

Lorsqu'il existe, le *Mathematicus* possède un statut social très bas. Pour s'en convaincre, il est possible d'étudier un bon indicateur de cette situation, à savoir le montant des salaires des mathématiciens engagés dans l'enseignement secondaire, comparé à celui des enseignants à part entière. Puisque l'enseignement secondaire est décentralisé, il est bien sûr difficile de trouver des informations générales sur les salaires des personnels des écoles saxonnes. Les quelques sources existantes sont cependant concordantes et suffisent pour se faire une idée de la situation. La *Thomasschule* de Leipzig ne possède, avant 1800, personne pour enseigner les mathématiques. Les enseignants de latin proposent tout de même régulièrement des rudiments d'arithmétique et de géométrie dans des cours publics (comme l'indique la figure 23, *supra*). À la mort du recteur en 1801, il lègue à l'établissement un capital de 2 400 talers dont les intérêts annuels, 96 talers, doivent être affectés à l'embauche d'un *Mathematicus*[35]. Pour comparaison, le salaire d'un recteur approche habituellement les 1 000 talers, et un ouvrier manufacturier non qualifié ou travaillant dans les mines peut espérer gagner environ 50 talers par an. La figure 24 présente une grille des salaires pour la période 1821-1862[36]. Cela nous permet de constater notamment que le *Mathematicus*, entre 1801 et 1821, a vu sa rémunération doubler, passant de 96 à 180 talers annuels. Cela reste malgré tout inférieur au tiers du revenu du dernier *Collega* (le *Sextus*) et au sixième de celui du recteur. Le rattrapage a lieu en 1833, lorsque le salaire du *Mathematicus* atteint 500 talers par an et dépasse ainsi celui du *Sextus* (450). En 1849, son salaire représente exactement la moitié de celui du recteur (667 talers pour le premier, 1 233 pour le second), mais on remarque néanmoins que le *Mathematicus* ne semble toujours pas faire formellement partie du collège des enseignants.

L'absence de centralisation et l'autonomie de chaque établissement rendent difficile de généraliser les observations faites à la *Thomasschule* de Leipzig. Des témoignages plus tardifs, du début des années 1830, permettent toutefois de voir que cette institution était en fait privilégiée par rapport aux autres écoles de ville. Friedrich Lindemann, écrivant en 1834 sur le problème des enseignants saxons en mathématiques, assure que bien des écoles n'en

35. Stallbaum, 1839, pp. 90-92.

36. Grille des salaires extraite du programme de la *Thomasschule* (Heym, 1873, p. 34). En réalité, le *Mathematicus* fait théoriquement dans cette école partie du collège des enseignants depuis 1828 (voir la figure 23 ci-dessus, et la citation p. 355). Si cela ne se voit pas sur ce tableau, c'est que la *Thomasschule* a conservé un système d'enseignement général. Dans ce système, il existe un professeur chargé de chaque classe : le recteur enseigne à la première classe, son adjoint (le *Conrector*) à la seconde et les *Tertius*, *Quartus*, *Quintus* et *Sextus* aux classes suivantes. Les enseignants spécialisés, en mathématiques et français, ainsi que les enseignants assistants (*Adjunct*) interviennent ponctuellement dans les différentes classes au gré de l'emploi du temps.

	1821	1823	1833	1836	1849	1857	1862
Rector	1200	1200	1200	1200	1233	1300	1600
Conrector	900	900	900	900	925	1075	1075
Tertius	800	800	800	800	822	975	975
Quartus	700	700	735	700	720	875	875
Quintus	735	600	600	550	617	750	750
Sextus	609	500	450	500	514	650	750
I. Adjunct	200	200	400	425	412	500	750
II. Adjunct			300	300	308	400	500
III. Adjunct					200	300	400
I. Mathematikus . . .	180	180	500	600	667	700	800
II. Mathematikus . . .					250	450	500
Franz. Lehrer	100	100	167	200	206	300	400

Figure 24 – Grille des salaires pour la *Thomasschule* de Leipzig (1821-1862, source : Heym, 1873).

ont toujours aucun et que « dans les autres, un *Mathematicus* est engagé avec un salaire très faible qui ne s'élève même pas à 200 talers » [37]. Il semble donc que le maître de mathématiques de la *Thomasschule* soit mieux traité que la moyenne et que la situation soit pire ailleurs [38]. M.W. Drobisch, professeur à l'université de Leipzig, explique en 1832 que seules les villes de Dresde, Leipzig et Zwickau traitent correctement leurs enseignants de mathématiques :

> « Ces dernières années, on a certes engagé aussi en d'autres lieux des enseignants spécialement pour les mathématiques, mais comme assistants et non pas comme enseignants à part entière ; cela est déjà un signe pour les élèves du peu d'importance accordée au fait de savoir s'ils progressent ou non avec cet enseignant. Somme toute, la position qui est donnée aux mathématiciens dans les *Gymnasien* est à plus d'un titre véritablement indigne. Ils sont partout les derniers et partout leur salaire est insignifiant. » [39]

Non seulement le salaire du *Mathematicus* est faible, mais ses perspectives de carrière sont la plupart du temps inexistantes. Dans le système saxon, le salaire des enseignants principaux dépend de leur grade (voir pour la *Thomasschule* la figure 24, *supra*). Lorsque l'un d'eux quitte l'établissement, ceux qui sont situés en-dessous de lui sont promus. Si

37. Lindemann, 1834a, p. 41 : « *auf anderen ist ein Mathematikus mit ganz geringem Gehalte angestellt, welcher noch nicht 200 Thlr. beträgt* ».

38. Un autre exemple est fourni par le *Gymnasium* de Zwickau. Selon Scholtze, 1894, p. 10, lorsque la ville décide en 1827 de recruter un *Mathematicus*, son salaire est d'à peine 156 talers annuels. Il ne dispose pas d'un poste fixe et son contrat doit être renouvelé chaque année ; la situation doit cependant s'être rapidement améliorée, comme l'indique M.W. Drobisch (Drobisch, 1832, p. 61).

39. Drobisch, 1832, p. 61 : « *Zwar hat man auch an einigen andern Orten in den letzten Jahren besondre Lehrer der Mathematik, aber nicht als ordentliche, sondern als bloße Hülfslehrer angestellt, womit denn den Schülern schon ein Wink gegeben ist, daß es wenig auf sich hat, ob sie unter diesen Lehrern Fortschritte machen oder nicht. Überhaupt ist die Stellung, die den Mathematikern an den Stadtgymnasien gegeben wurde, in mehr als einer Hinsicht wahrhaft unwürdig. Überall sind sie die letzten, überall ihr Gehalt unbedeutend.* »

l'enseignant de *Quarta* disparaît, le *Quintus* prend sa place, le *Sextus* celle du *Quintus*, et un nouvel enseignant principal est recruté en bas de l'échelle. Exclu de fait de ce système, le *Mathematicus* n'appartient donc pas à proprement parler à l'école saxonne à la fin du XVIII^{e} siècle. La réforme des programmes est restée trop floue, en ne donnant pas de prescription sur un nombre d'heures à respecter, ou sur la nécessité d'un enseignant spécifique à la matière, pour pouvoir modifier la structure établie et remplacer la figure de l'enseignant généraliste. Les *Mathematici* sont peu répandus, la profession est mal considérée et cette situation va durer jusqu'au second quart du XIX^{e} siècle. Cela explique pourquoi les mathématiciens semblent à cette époque peu nombreux dans l'enseignement secondaire ; nombre de ceux qui ne trouvent pas une place dans l'une des trois écoles d'État abandonnent l'enseignement ou le conservent seulement comme activité complémentaire. Il n'est pas rare qu'elle soit alors ignorée ou minorée dans les biographies de ces personnes.

Gottfried Tauber (1766-1825) illustre ce type de trajectoires. Il naît en Saxe-Altenburg, un petit État voisin de la Saxe, dans une famille pauvre puisque ses parents sont paysans. Il est remarqué par un enseignant dont la recommandation auprès du duc Ernst II de Saxe-Altenburg lui permet d'étudier les sciences à l'université de Leipzig [40]. Après une courte période en tant qu'assistant de Hindenburg, il devient en 1801 le premier *Mathematicus* de la *Thomasschule* de Leipzig. Il gagne donc un salaire annuel de 96 talers, ce qui est notoirement insuffisant pour subvenir aux besoins matériels et scientifiques d'un enseignant. Dans le même temps, il lance un institut d'optique (*Optisch-Oculistisches Institut*) dans lequel il applique ses connaissances à la fabrication de lunettes de vue et d'instruments d'observation. Il réalise plusieurs inventions et améliorations qui assurent la réussite économique de son entreprise. En 1808, il abandonne le métier d'enseignant pour se consacrer uniquement à son activité d'ingénieur. Il semble néanmoins avoir ponctuellement donné des cours durant la décennie suivante pour la Société économique de Leipzig.

Le cas de G. Tauber n'est pas isolé. F.G. Haan enseigne les mathématiques à la *Bürgerschule* de Dresde de 1804 à 1809, et dans plusieurs autres écoles. En parallèle, il dirige avec succès une petite manufacture qui fabrique des globes célestes et publie plusieurs ouvrages sur ce sujet [41]. Il semble avoir mené de front les deux activités jusqu'au milieu des années 1820. Johann August Wilhelm Steinhäuser (1780-1859) enseigne les sciences de 1803 à 1810 au *Gymnasium* de Plauen, avant de devenir diacre en 1811, une fois de plus pour des raisons économiques ; il continue à assurer des cours de manière bénévole jusqu'en 1835 [42]. Nous avons également trouvé des mentions de plusieurs autres personnages, comme le maître de chant Hess [43] à Freiberg, qui assurent des enseignements en mathématiques et en chant

40. Voir sa notice biographique p. 524.
41. Voir sa notice biographique p. 500.
42. Voir sa notice biographique p. 523.
43. Voir sa notice biographique p. 502.

avec un statut d'enseignant assistant (*Hülfslehrer*). La combinaison des mathématiques avec la musique est à l'époque tout à fait cohérente. Ces deux disciplines ne font pas partie du cursus classique et sont traditionnellement négligées par les enseignants principaux. Elles sont donc confiées à des intervenants extérieurs, et choisir une seule personne pour les deux matières est alors une mesure d'économie. On retrouve cette situation à la *Nikolaischule* de Leipzig : de 1763 à 1772, C.B. Funk y enseigne les mathématiques et le chant, avant d'être nommé professeur de physique à l'université. Son successeur, Johann Gottlob Behringer (?-1820), poursuit ces activités de 1773 à 1820 [44].

Pour expliquer les disparités entre établissements, c'est-à-dire pourquoi certaines villes font rapidement des réformes tandis qu'en d'autres lieux il n'y a toujours pas de *Mathematicus* dans les années 1820, il faut aussi prendre en compte la question du financement des établissements scolaires. Faute de moyens, les établissements des villes les plus petites ou les plus pauvres n'ont pas d'enseignant dédié à la discipline. La situation dure jusqu'aux réformes des années 1830 qui vont progressivement le rendre obligatoire. C'est le cas du *Lyceum* d'Annaberg, où un *Mathematicus* apparaît pour la première fois en 1830, ou du *Gymnasium* de Plauen (voir figure 23, p. 350). Jusque-là, les cours sont restreints à des bases de calcul délivrées par certains professeurs selon leur envie ou leur capacité. Ailleurs, comme au *Lyceum* de Chemnitz, il n'y a pas d'enseignement alors même que le commerce est florissant. Le problème se trouve alors dans l'hostilité du recteur Friedrich Liebegott Becher (1765-1830) à la discipline mathématique.

Il existe d'autres types d'obstacles à l'instauration de cours de mathématiques dans le secondaire. On peut citer le manque de personnel compétent : puisque les séminaires qui forment les enseignants n'incluent pratiquement jamais de mathématiques, le nombre de *Mathematici* potentiels est faible. On trouve aussi un profond désintérêt de la plupart des élèves pour une matière qui est jugée socialement peu utile. Le cas du *Gymnasium* de Freiberg est éclairant et montre le décalage qui peut exister entre les discours et la réalité des établissements. Le recteur Gernhardt, qui occupe ce poste de 1811 à 1820, insiste dans ses discours sur l'utilité des mathématiques, mais il n'y a aucune heure prévue dans le programme d'enseignement [45]. L'explication est probablement qu'il n'y a pas de professeur : en 1816, un cours est brièvement introduit avec un enseignant de l'Académie des mines, D.F. Hecht, mais les élèves le désertent rapidement et la matière disparaît. Outre le manque d'autorité du *Mathematicus* dû à sa position sociale inférieure, un autre facteur joue un rôle dans cette désaffection des élèves pour les mathématiques. Jusqu'à leur inclusion dans le certificat de maturité en 1830, elles ne sont pas prises en compte pour passer d'une classe à une autre ; elles n'influent pas non plus sur le passage à l'université et peuvent donc être

44. Voir sa notice biographique p. 493.
45. Starke, 1897, p. 33.

sans conséquences ignorées du plus grand nombre[46].

Le problème sous-jacent est celui de l'intérêt des mathématiques, c'est-à-dire à la fois de leur utilité pour les élèves en termes d'éducation, mais également comme études capables d'apporter des compétences socialement utiles. Le lien entre le statut social du mathématicien et le développement de la matière en Saxe est clair. Il est nécessaire que le *Mathematicus* soit reconnu par les autres enseignants comme leur égal pour que sa matière puisse devenir une partie indispensable du cursus scolaire. On en trouve une illustration dans une lettre de l'administration (*Consistorium*) de Leipzig au ministère de l'éducation en 1832, dans laquelle il est question de l'amélioration de la condition du maître de mathématiques :

> « À la *Thomasschule*, le *Mathematicus*, qui n'était auparavant qu'un simple assistant, a été élevé au rang d'enseignant ordinaire [*ordentlicher Lehrer*] avec une place et une voix au conseil de l'école ainsi que la fonction de trésorier : moyennant quoi il gagne en dignité et en influence, ce qui, étant donné l'interaction nécessaire dans de tels établissements entre enseignant et enseignement, contribue beaucoup au développement de la science qu'il présente. »[47]

46. Voir le décret du 17 décembre 1830 dans Richter, 1840, p. 307.

47. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11288, p. 6r : « *Bei der Thomasschule ist der Mathematicus, vorher ein bloßer Hülfslehrer, jetzt zum ordentlichen Lehrer mit Sitz und Stimme in der Schul-Sÿnode, auch der Function eines Geldeinnehmers erhaben worden : wodurch er an Würde und Einfluß gewinnt, was, in Folge der nothwendigen Wechselwirkung zwischen Lehrer und Lehre auf solchen Anstalten, zur Förderung der Wissenschaft, die er vorträgt, selbst wesentlich beiträgt.* »

4.2 Les enjeux des débats sur les mathématiques secondaires

En Saxe, le *statu quo* auquel aboutit la réforme de 1773 vient à la fois de l'inertie du système d'enseignement et de l'absence d'une volonté politique suffisamment forte pour engager des réformes. Une explication complémentaire doit également être avancée. Les enjeux autour de l'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires sont complexes, car ils sont étroitement liés à des débats plus généraux qui animent la société saxonne sur l'orientation à donner aux *Landesschulen* et aux *Stadtschulen*. En d'autres termes, les questions sur le statut et les méthodes des mathématiques sont la pierre d'achoppement de tout projet de réformes. Aucune évolution majeure de l'enseignement n'a lieu avant le début des années 1830. Ce n'est que lors de la création d'un ministère de l'éducation que le pouvoir politique arrive à imposer, non sans difficulté, de nouvelles réformes. Toutefois, cela n'empêche pas les débats sur l'enseignement des mathématiques d'avoir lieu durant la période 1773-1831, en dépit d'une censure dont la portée est difficile à évaluer.

Les termes du débat : philanthropisme et humanisme en Saxe

L'arrière-plan philosophique est celui de la querelle entre humanistes et philanthropes [48]. Le modèle d'enseignement humaniste traditionnel est entièrement orienté vers une maîtrise parfaite des langues anciennes, qui seules sont considérées comme scientifiques. À l'inverse, le mouvement philanthropique, qui prend son essor en Allemagne du Nord dans la seconde moitié du XVIII^e^ siècle, accorde une grande importance aux *Realien* (parfois *Realfächer* ou *Realwissenschaften*). Ce sont les disciplines utiles dans la vie civile, langues modernes, histoire, géographie, sciences naturelles et mathématiques, et qui sont en Saxe presque absentes des programmes des écoles de ville. Le mouvement philanthropique entend développer leur enseignement afin de former des citoyens (*Bürger*). Il insiste sur le fait qu'une formation doit être utile, pour le citoyen comme pour l'État, et rejette donc l'enseignement du latin ; une grande importance est en outre accordée à la pédagogie, c'est-à-dire à la méthode de transmission des connaissances [49].

La mouvance philanthropique est en Saxe bien moins influente, en raison de la tradition humaniste séculaire de l'enseignement ; elle est presque complètement éclipsée à partir de la fin du XVIII^e^ siècle. Le territoire saxon se caractérise également par la faible implantation du courant néohumaniste, dont le rôle en Prusse a été souligné par F. Paulsen, et plus

48. Voir par exemple Scholtze, 1894 et Säckl, 1984, *3.2 : Bildungspolitisches Umfeld : Die Auseinandersetzung zwischen Humanismus und Realismus*, pp. 46-52.
49. Sur le philanthropisme, voir Lempa, 1993, notamment p. 133 et pp. 179-181.

récemment par plusieurs travaux de G. Schubring [50]. Ce mouvement y permet de réformer l'enseignement secondaire, et au début du XIX^e siècle, « la conception néohumaniste de l'apprentissage remplaça le quasi-monopole [du latin] par une compréhension entièrement nouvelle du développement cognitif [...]. Selon cette conception, il existe trois composantes clés : les langues anciennes, l'histoire et la géographie, ainsi que les mathématiques et les sciences » [51]. La conception néohumaniste forme la base des programmes des écoles secondaires classiques prussiennes à partir des réformes de l'enseignement entamées en 1810 par W. von Humboldt.

Bien que certains historiens placent l'État saxon dans la même dynamique que son puissant voisin, il nous semble difficile de parler d'un mouvement néohumaniste similaire à la Prusse [52]. La tendance humaniste, qui est donc largement dominante, possède deux courants principaux. L'université saxonne reste dominée par une vision conservatrice, très orientée vers l'étude des langues anciennes, particulièrement sous l'influence du professeur de philologie classique Gottfried Hermann (1772-1848) [53]. Ce mouvement se réclame de l'humanisme traditionnel et possède des appuis importants dans les écoles, puisque jusque dans les années 1830 bon nombre de recteurs s'y rattachent, comme Franz Eduard Raschig (1802-1866) à Zwickau ou J. Böttcher à Dresde. Ils sont également influents au parlement, où siègent en particulier C.G. Großmann et Albert von Carlowitz (1802-1874). En tant que vice-président de la première chambre, il s'oppose aux efforts du *Staatsminister* B. von Lindenau en faveur de l'enseignement des mathématiques et des *Realien*. Ce premier courant s'oppose par principe à toute remise en cause de l'organisation existante de l'enseignement.

Le second courant est celui des philologues modérés. Il se rattache également à l'humanisme mais adopte un point de vue plus ouvert et constate le besoin de faire une place plus importante aux mathématiques. En ce sens, il se rapproche du néohumanisme, avec des membres comme H. Köchly à Dresde ou F. Lindemann, recteur à Zittau. Il s'en distingue cependant sur deux points essentiels : d'une part, il n'envisage pas d'abandonner la primauté du latin, d'autre part il demande que les mathématiques soient enseignées d'un point de vue abstrait et théorique, comme outil de formation de l'esprit de l'étudiant. À l'inverse du néohumanisme prussien, ce courant s'oppose clairement à l'inclusion des mathématiques appliquées ou des sciences naturelles dans les *Gymnasien*.

50. Sur la Prusse, voir par exemple Schubring, 1991 [1983], pp. 38-46. Voir également Paulsen, 1885, pp. 451-465 et pp. 530-651 ; Jahnke, 1990 ; Flöter, 2009 et Schubring, 2012.

51. Schubring, 2012, p. 527 (notre traduction).

52. Le terme de néohumanisme est notamment employé par J. Flöter, qui prête même une grande influence à « l'école néohumaniste de Leipzig » (voir Flöter, 2009, pp. 51-73). Le mouvement néohumaniste inspire selon lui les réformes de l'ensemble des États allemands (*ibid.*, p. 95). Cet emploi est critiqué par G. Schubring, au nom de la spécificité de l'approche prussienne.

53. On trouve par exemple dans Paulsen, 1885, p. 639, l'explication suivante : « Hermann, ses étudiants et ses partisans venaient des écoles d'État et des universités saxonnes, dans lesquelles l'ancien enseignement humaniste s'était maintenu » (notre traduction).

Le débat sur la place des mathématiques dans l'enseignement va s'organiser autour de deux axes. Tout d'abord, la question de l'élargissement du programme des écoles secondaires classiques, c'est-à-dire l'évolution du modèle humaniste : comment un enseignement global uniquement voué à l'apprentissage du latin fait-il progressivement place à de nouvelles matières ? Il faut étudier l'introduction graduelle des mathématiques dans les programmes et le consensus qui émerge progressivement sur leur rôle dans la formation de l'esprit. La seconde question concerne l'unité de l'enseignement : comment concilier la multiplication des *Realien*, ces disciplines indispensables aux futurs marchands et techniciens, avec le cadre unique de l'école secondaire classique dont le but originel est de préparer à l'université ? Les interrogations sur l'unité de l'enseignement prennent une tonalité particulière concernant les mathématiques : doit-on privilégier l'acquisition d'une méthode scientifique, l'apprentissage de compétences pratiques directement utilisables, ou bien peut-on concilier les deux ?

4.2.1 Les mathématiques pures : quelle place dans l'enseignement classique ?

En 1773, l'université était en Saxe pratiquement la seule institution d'enseignement supérieur [54]. La question du rôle de l'enseignement secondaire et du but que celui-ci devait poursuivre ne se posait pas. Les écoles préparaient à l'université, qui comportait rappelons-le une faculté inférieure de philosophie et trois facultés de théologie, droit et médecine, où étaient étudiées les *Brotwissenschaften*. Pour justifier l'étude des mathématiques dans le secondaire, leur dimension propédeutique dans la formation des *Gelehrten* était alors convoquée. J.J. Ebert explique ainsi en 1773 que « même la théologie, le droit et la médecine ont souvent besoin de leur aide » [55]. Malgré cela, au début du XIX^e^ siècle, la situation n'a pratiquement pas changé, et l'influence de la philologie est plus grande en Saxe que dans les autres États allemands. Dans bien des établissements, l'étude du latin, de la religion et du grec occupe la totalité des enseignements.

L'opposition aux mathématiques n'est donc pas dirigée contre la discipline en tant que telle, mais contre tout ce qui n'est pas directement utile à la maîtrise du latin. Même la tentative d'instaurer l'étude de l'allemand, pourtant langue maternelle des élèves, en 1812 au *Gymnasium* de Chemnitz, est mal accueillie. La réaction témoigne du mépris pour tout ce qui s'éloigne de la philologie : « quel serait l'intérêt ? Nos programmes sont déjà pleins,

54. L'Académie des mines de Freiberg est fondée en 1764, mais jusqu'à la fin du siècle elle ne concurrence pas directement l'université ; nous avons souligné l'aspect complémentaire des deux institutions au chapitre 2, pp. 189-190.

55. Ebert, 1773, p. 57 : « *Selbst die Gottesgelehrheit, die Rechtswissenschaft und Arzneykunst hat ihrer Hülfe sehr oft nöthig* ».

ils débordent presque ; les enseignants et les élèves sont déjà suffisamment chargés [...] et les classiques latins et grecs sont déjà suffisamment coûteux en temps, en efforts et en argent » [56]. Pour les philologues les plus conservateurs, l'enjeu est d'importance puisqu'ils sont persuadés que c'est l'excellente maîtrise du latin qui fonde la réputation des établissements saxons. Christian Gottlob Großmann (1783-1857), théologien et ancien enseignant à la *Landesschule* de Pforta, utilise encore cet argument dans un débat parlementaire au début des années 1830 :

> « Si la Saxe doit indéniablement la réputation étendue de son éducation supérieure aux études classiques, si celles-ci sont la raison principale pour laquelle ses *Gymnasien* sont encore et toujours fréquentés par des étrangers, et que ses élèves sont partout bienvenus à l'étranger, partout recrutés dans des écoles et des universités : peut-elle prendre de manière aussi insouciante une direction qui met dangereusement en jeu une réputation tricentenaire ? » [57]

Le rôle formateur de l'étude des langues anciennes est un élément constitutif de l'enseignement saxon. Il est accepté par tous, y compris par les mathématiciens qui font très attention à ne pas opposer leur matière au latin. Les arguments en faveur de la méthode mathématique prennent en permanence en compte cet aspect et soulignent la complémentarité des enseignements. Le plus souvent, les raisonnements suivis sont semblables à celui de Herbart, selon qui « la compréhension de la grammaire relève de la grammaire ; celle des mathématiques relève des mathématiques [...]. La grammaire et les mathématiques ne sont par conséquent en aucun cas un succédané l'une de l'autre, mais au contraire chacune s'affirme dans ses milieux et dans ses valeurs. » [58]

Une variante de cet argument insiste sur la proximité et l'enrichissement mutuel des mathématiques et des langues classiques d'un point de vue méthodologique. Lorsque M.W. Drobisch publie en 1832 un ouvrage pour défendre les mathématiques dans l'enseignement secondaire, le texte s'intitule *Philologie et mathématiques, considérées comme objets de l'enseignement au* Gymnasium*, avec une attention particulière portée aux écoles secondaires*

56. ALZ, 1813, Ergänzungsblätter Dezember, pp. 1110-1111 : « *Wo ist Rath und Hülfe ? Unsre Lehrstundenplane sind schon voll, beynahe übersetzt ; Lehrer und Schüler sind schon belastet genug* [...], *die eingeführten römischen und grieschichen Klassiker schon kostbar an Zeit, Kraft und Geld genug* ». Il s'agit d'une recension du mémoire scientifique écrit par F.L. Becher, *Sur l'étude de la langue maternelle, principalement dans les classes de notre Lyceum* (Becher, 1812).

57. Landtags-Acten, 1834, vol. 4, p. 404, intervention de C.G. Großmann : « *Wenn nun aber Sachsen den ausgebreiteten Ruhm seiner höheren Bildung unstreitig den classischen Studium zu verdanken hat, wenn diese die Hauptursache sind, warum seine Gymnasien fort und fort von Ausländern besucht, und die Zöglinge derselben überall im Auslande willkommen sind, überall für gelehrte gelten, überall auf Schulen und Universitäten angestellt sind : kann es sich so unbesorgt und unbekümmert einer Richtung hingeben, die seinen dreihundertjährigen alten Ruhm auf ein gefährliches Spiel setzt ?* »

58. Herbart, 1850-1852, vol. 2, *Kurze Encyklopädie der Philosophie*, p. 159 : « *Der Verstand der Grammatik bleibt in der Grammatik ; Der Verstand der Mathematik bleibt in der Mathematik* [...]. *Grammatik und Mathematik sind demnach keineswegs Surrogate für einander, sondern jede behauptet sich in ihrem Kreise und Werthe.* »

classiques saxonnes (*Philologie und Mathematik als Gegenstände des Gymnasialunterrichts betrachtet, mit besonderer Beziehung auf Sachens Gelehrtenschulen*, voir figure 25 *infra*). Il prend soin d'insister sur le caractère dual de la connaissance humaine qui rend selon lui nécessaire l'étude des deux disciplines : « philologie et mathématiques se posent donc ici comme fondements des deux branches principales des sciences et exercent par leur caractère hétérogène une influence aussi décisive que différente sur l'esprit et sa direction. » [59] Son point de vue est repris par l'essentiel des mathématiciens saxons, comme K.C. Snell, pour qui « les lois du langage contiennent la forme abstraite pour chaque contenu spirituel, tout comme les mathématiques contiennent les formes abstraites pour tout ce qui est naturel » [60]. Ce constat est aussi partagé par des philologues modérés comme F. Lindemann ou Karl August Rüdiger (1793-1869), successeur de Gernhardt au *Gymnasium* de Freiberg. Dans un ouvrage intitulé *Sur la relation entre les sciences philologiques et les* Realwissenschaften *dans les écoles classiques*, il assure chercher une « voie moyenne » (*Mittelweg*) entre l'exclusion des sciences mathématiques et la disparition des langues anciennes [61].

Les mathématiques, une science générale ou particulière ?

Les partisans d'un humanisme traditionnel tentent quand même d'entraver par tous les moyens l'enseignement des *Realien*, et en particulier des sciences exactes et naturelles, « tantôt par une opposition gardée secrète, tantôt par un combat à visage découvert avec les mathématiques », pour reprendre l'expression d'Adolf Peters (1803-1876), enseignant de mathématiques à Dresde [62]. Une première série de critiques concerne la prétendue difficulté de la matière : il serait dangereux d'en faire l'une des matières principales du programme puisque les élèves sont supposés être naturellement plus ou moins doués en mathématiques. On trouve parfois même l'affirmation selon laquelle le talent pour les mathématiques est fondamentalement incompatible avec le goût des lettres, de sorte qu'un examen de mathématiques serait purement discriminatoire. Ce point de vue est par exemple adopté par Julius Böttcher (1801-1863), qui s'oppose à l'introduction d'évaluations notées en mathématiques dans les *Gymnasien* [63]. Drobisch réfute cette conception en affirmant que « faire des découvertes [en mathématiques] suppose, comme partout, du génie ; mais son apprentissage se fait par contre

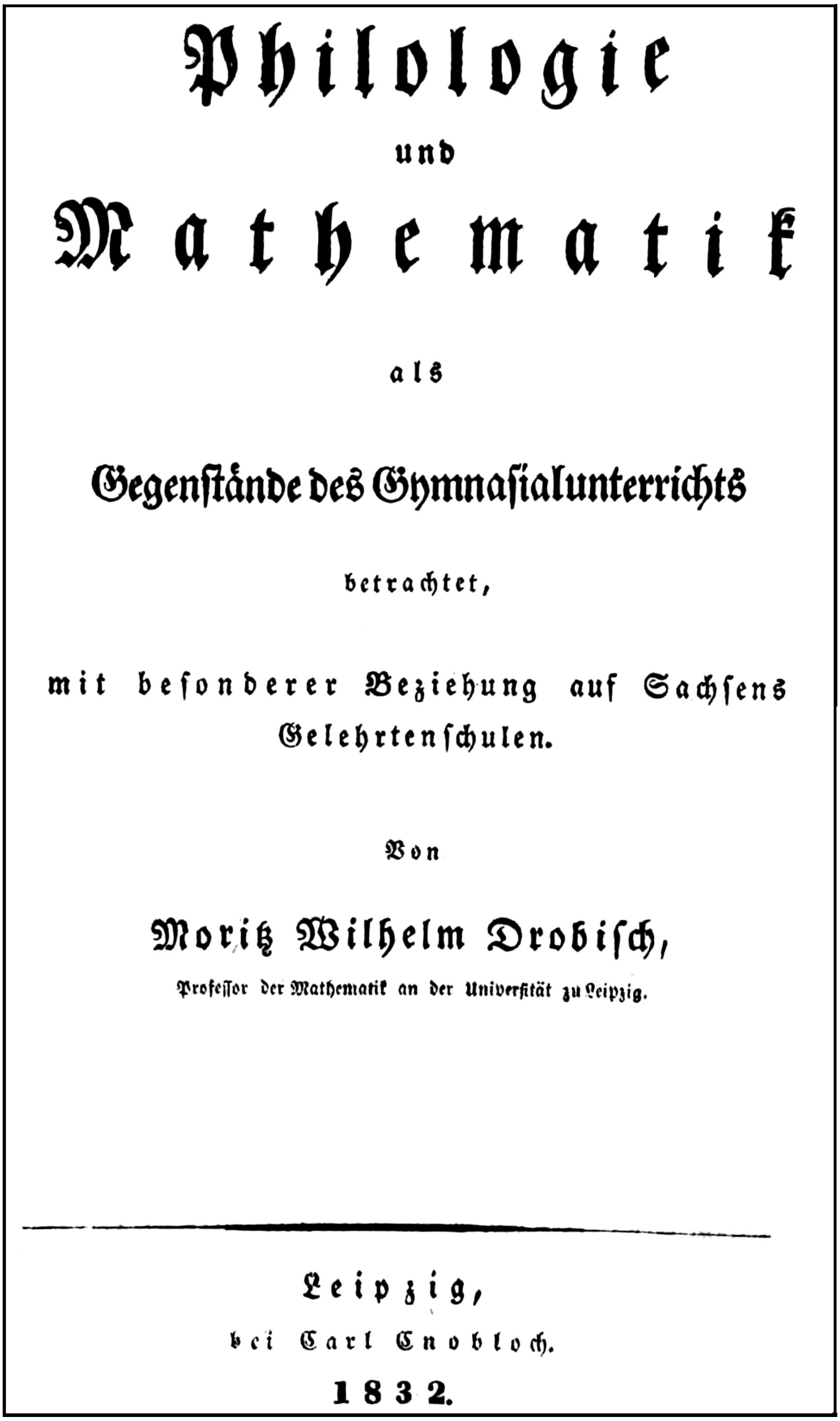
59. Drobisch, 1832, p. 2 : « *Philologie und Mathematik treten also hier als Fundamente zweier Hauptzweige der Wissenschaften auf und üben durch ihren heterogenen Charakter auf den Geist und die Richtung derselben einen eben so entschieden als verschieden Einfluß aus.* »

60. Snell, 1834, p. 16 : « *Die Sprachgesetzte die abstracte Form für jeden geistigen Inhalt enthalten, wie die Mathematik die abstracte Formen für alles Natürliche enthält* ».

61. Rüdiger, 1833, dont le titre allemand est *Über die Verbindung der Sprach- und Realwissenschaften auf Gelehrtenschulen, Andeutungen und Wünsche*. Une position similaire est exprimée dans Lindemann, 1834a, pp. 22-25.

62. Peters, 1828, p. 30 : « *bald in einem heimlich gehaltenen Gegensatze, bald im offenen Kampfe mit der Mathematik stehen* ». Voir sa notice biographique p. 514.

63. Böttcher, 1849, pp. 45-48.



Philologie

und

Mathematik

als

Gegenstände des Gymnasialunterrichts

betrachtet,

mit besonderer Beziehung auf Sachsens Gelehrtenschulen.

Von

Moritz Wilhelm Drobisch,

Professor der Mathematik an der Universität zu Leipzig.

Leipzig,

bei Carl Cnobloch.

1832.

Figure 25 – Couverture de *Philologie und Mathematik* de Moritz Wilhelm Drobisch (Leipzig, Cnobloch, 1832).

aussi sûrement et certainement que n'importe quelle science d'expérience. » [64]

Selon lui, les difficultés viennent plus vraisemblablement du faible niveau d'enseignement, du peu d'enthousiasme des recteurs et du manque de généralité de la méthode philologique [65]. Il répond avec un argument similaire à la critique du faible niveau des *Mathematicus* en mettant en cause l'absence de structures de formation : « l'accusation sur la rareté des bons enseignants de mathématiques semble être très répandue [...]. Si toutefois cette accusation se révélait fondée, il ne faudrait pas en être surpris, car on a jusqu'à présent fait bien trop peu pour la formation des enseignants de mathématiques. » [66] La controverse porte donc sur la question de savoir si les mathématiques nécessitent un travail structuré et méthodique de la part des élèves, ou bien un don particulier d'ordre supérieur, auquel cas elles n'ont pas leur place dans une structure dédiée à l'éducation. Les philologues blâment systématiquement la discipline pour le faible niveau général des élèves, tandis que les mathématiciens mettent en cause le manque de reconnaissance institutionnelle et de volonté politique.

Un second type de critiques, plus subtil, joue sur la proximité de méthode entre les langues anciennes et les mathématiques. Ce point de vue reste répandu jusqu'au milieu du siècle et fait même l'objet, en 1849, d'une réponse officielle du comité des enseignants de mathématiques saxons [67]. Un des critiques est ici Lindemann qui, tout en défendant jusqu'à un certain point l'enseignement des sciences, précise cependant que si les mathématiques et la philologie jouent un rôle d'éducation méthodologique, les sciences philologiques (*Sprachenlehre*) contiennent « l'ensemble des catégories primitives de conceptions mentales » [68]. Pour cette raison, il est selon lui suffisant d'enseigner une poignée de principes et quelques résultats particuliers en mathématiques, sans chercher une méthode plus générale qui est de toute façon contenue dans l'enseignement philologique. Bien que nécessaires, les mathématiques peuvent donc être réduites à la portion congrue en raison de leur structure logique :

> « N'importe quel professeur de mathématiques sera d'accord avec moi lorsque j'affirme qu'il est possible de finir l'enseignement des mathématiques pures, pour autant qu'elles doivent être enseignées au *Gymnasium*, dans un cursus de trois ans, et pour les têtes bien faites encore plus tôt, avec deux heures par semaine. L'expérience a suffisamment confirmé ce point de vue. [En effet] les théorèmes découlent en mathématiques tellement les uns des autres, le chemin de l'enseignement est si systématique, que lorsque les axiomes sont expliqués et démontrés

64. Drobisch, 1832, p. 47 : « *Entdeckungen in ihr machen beruht, wie überall, auf Genie ; erlernen läßt sie sich aber so sicher und Gewiss, wie irgend eine Erfahrungswissenschaft.* »

65. Drobisch, 1832, pp. 30-31, pp. 44-46 et pp. 59-62.

66. Drobisch, 1832, p. 98 : « *Die Klage über die Seltenheit guter mathematischer Lehrer scheint sehr verbreitet* [...]. *Indeß wäre die erwähnte Klage gegründet, so würde man sich nicht zu verwundern haben ; denn für die Bildung mathematischer Lehrer ist allenthalben noch zu wenig geschehen.* »

67. Jacobi, 1849, §3-4, pp. 486-488.

68. Lindemann, 1834a, p. 22 : « *alle Urtypen geistiger Anschauung* ».

tout le reste se révèle comme de lui-même. » [69]

L'enseignement des mathématiques comme propédeutique aux études universitaires

Les philologues humanistes, y compris ceux qui reconnaissent une certaine utilité aux mathématiques dans la vie civile, cherchent à présenter la discipline comme un ensemble de résultats élémentaires n'étant pas le fruit d'une méthodologie propre et ne nécessitant donc pas d'enseignement spécifique au-delà des premiers principes. À l'inverse, les professeurs à l'université et enseignants de mathématiques dans le secondaire veulent imposer leur discipline comme l'une des matières principales au même titre que les langues. Leur argument principal est la nécessité d'avoir un socle mathématique lors de l'entrée à l'université. Nous avons souligné que l'évolution des enseignements et le développement des sciences empiriques à l'université de Leipzig sont entravés par le faible niveau des étudiants [70]. Or, selon Drobisch, ce n'est pas à l'université de fournir une formation élémentaire en mathématiques, et « si la connaissance des mathématiques élémentaires doit faire partie, comme les langues anciennes, du bagage commun [*Gemeingut*] des étudiants, alors comme pour ces dernières l'école classique doit remplir cette mission » [71].

Le lien avec l'enseignement supérieur est l'un des facteurs les plus importants pour justifier les réformes de l'enseignement secondaire. Il faut souligner le rôle actif joué par M.W. Drobisch, à la fois professeur à Leipzig et conseiller du ministère, dans ce processus. La situation est d'autant plus préoccupante que l'université n'assurait plus depuis les années 1810 son rôle historique de formation élémentaire en mathématiques du fait de la diminution du nombre de cours, sans que celui-ci n'ait été repris par l'enseignement secondaire. Les deux conséquences majeures sont la baisse du nombre d'étudiants en mathématiques et l'augmentation spectaculaire du nombre de diplômés de l'université qui n'ayant pas suivi la moindre formation scientifique. Ce phénomène est perçu dès 1818 par le recteur du *Lyceum* de Schneeberg, Friedrich August Bornemann (1788-1848) :

> « Les mathématiques enseignent aux élèves à chercher et trouver la vérité. L'enseignement des mathématiques élémentaires ne devrait pas faire défaut dans les programmes des établissements d'enseignement secondaire, d'autant plus que les sciences mathématiques, malgré leur grande importance, sont négligées à

---

69. Lindemann, 1834a, p. 25 : « *Jeder Lehrer der Mathematik wird mir beistimmen, wenn ich behaupte, dass in einem Cursus von drei Jahren, und bei guten Köpfen leicht noch früher, bei wöchentlich nur zwei Stunden Unterricht, die reine Mathematik, so weit dieselbe auf Gymnasien gelehrt werden soll, beendigt zu werden vermag und die Erfahrung hat diese Ansicht hinlänglich bestätigt.* [...] *In der Mathematik folgt so sehr ein Satz aus dem andern, ist der Gang des fortschreitenden Unterrichts so consequent, daß wenn die Axiome erklärt und bewiesen sind, alles Übrige wie von selbst sich ergiebt.* »

70. Voir notre chapitre 1, p. 108 et suivantes.

71. Drobisch, 1832, p. iv : « *wenn Kenntniß der mathematischen Elemente Gemeingut der Studirenden werden soll wie alte Sprachen, auch wie in diesen das Gymnasium diese Aufgabe zu lösen hat* ».

l'université. Peut-être le sont-elles d'ailleurs justement parce que l'on n'a pas éveillé l'intérêt pour elles dans les écoles et que l'apprentissage tardif de ces sciences est lié à d'incroyables difficultés ; peut-être également car elles semblent pour beaucoup n'avoir que peu d'usages immédiats. » [72]

Le niveau d'enseignement des mathématiques dans les écoles de ville est si faible que, lorsqu'un élève décide d'étudier cette matière à l'université, cela est souligné comme un évènement dans les programmes scolaires publiés chaque année. Contrairement au début du XVIII^e^ siècle, les mathématiques sont presque aussi négligées dans les trois écoles d'État de Grimma, Meißen et Pforta. La place qui leur est accordée dans les programmes a considérablement diminué depuis le début du siècle. Le débat a bien souvent tourné à l'avantage de l'humanisme, notamment à Pforta, où l'histoire et la géographie ne sont plus même enseignées. Les mathématiques sont à peine mieux vues, comme en témoigne un élève qui y étudie dans les premières années du XIX^e^ siècle :

> « Celui qui voulait compter parmi les enseignants et les élèves devait maîtriser ces langues [latin, grec] et être un spécialiste des classiques anciens. Les mathématiques étaient certes également enseignées par un professeur autonome et très respecté. Mais celui qui ne voulait rien apprendre n'y était pas non plus contraint et il lui suffisait d'assister aux cours. Un élève qui s'y dédiait, était certes respecté - si par ailleurs il était un homme de bien -, mais considéré comme un dilettante fantasque. » [73]

Hermann Köchly, un philologue relativement modéré qui a étudié à Grimma de 1827 à 1833, affirme que l'on n'y enseigne pas non plus le moindre mot d'algèbre, et que la géométrie s'arrête au théorème de Pythagore : « être un bon mathématicien passait chez nous pour un compliment très douteux, et celui qui trahissait connaissance et passion pour la langue française faisait l'objet de moqueries. » [74] Un décalage croissant apparaît entre l'enseignement supérieur, où les mathématiques sont devenues un instrument nécessaire, et le secondaire où

72. Bornemann, 1818, pp. 32-33 : « *Mathematik lehrt die Schüler die Wahrheit suchen und finden. Der Unterricht in den Anfangsgründen der Mathematik sollte in dem Lehrplane höhere Erziehungsanstalten um so weniger fehlen, je mehr die mathematischen Wissenschaften, trotz ihrer grossen Wichtigkeit, auf den Universitäten vielleicht eben darum vernachlässigt zu werden pflegen, weil das Interesse dafür nicht schon auf Schulen erweckt worden war, und das spätere Erlernen derselben mit ungemein Schwierigkeiten verbunden ist, vielleicht auch weil sie vielen weniger unmittelbaren Nutzen zu haben scheinen.* ». Bornemann utilise ici *höhere Erziehungsanstalten* pour désigner les écoles secondaires classiques, par opposition aux écoles élémentaires.

73. Döderlein, 1843, p. 270 : « *Wer bei Lehrern und Schülern etwas gelten wollte, musste dieser Sprachen Herr und in den alten Klassikern belesen sein. Zwar wurde auch Mathematik von einem eigenen und sehr geachteten Lehrer gelehrt ; aber wer nichts lernen wollte, wurde nicht eben gezwungen ; es genügte, wenn er die Stunden besuchte. Ein Schüler, der sich ihr besonders hingab, genoss, wenn er übrigens ein tüchtiger Mensch war, Achtung, aber er schien wunderliche Allotria zu treiben.* »

74. Cité dans Paulsen, 1885, p. 648 : « *Ein guter Mathematiker zu sein, galt bei uns als ein sehr zweifelhaftes Lob und wer gar Kenntnis und Liebe des Französischen verriet, brauchte für den Spott nicht zu sorgen.* »

elles sont pratiquement absentes. Au début des années 1830, M.W. Drobisch souligne ce paradoxe :

> « Un homme du monde, quelque citoyen cultivé des États-Unis, qui viendrait parmi nous en Allemagne et serait instruit à quel point nous considérons l'érudition comme universelle, serait amené à penser que l'on étudie globalement les mêmes sciences [...] dans les écoles et dans les universités ; on étudierait à l'école et à l'université les mathématiques, la physique, la chimie, l'histoire naturelle et la philologie, l'enseignement n'étant différent que par son niveau, son esprit : l'école s'occuperait de la géométrie et de l'algèbre, l'université du calcul intégral et de la mécanique supérieure [...]. On peut supposer communément connu que ce n'est pas le cas. Ceux qui aujourd'hui en Saxe se considèrent comme des hommes de métier dans l'enseignement secondaire classique, les enseignants en philologie, rejettent avec mépris les tentatives pédagogiques d'introduire un enseignement pratique [*Realunterricht*] dans les écoles secondaires » [75].

4.2.2 Interrogations sur l'unité de l'enseignement secondaire : *Klassischen* et *Realien*

En Saxe, l'enseignement secondaire classique est presque exclusivement consacré aux langues anciennes. L'enjeu des débats sur l'unité de l'enseignement est de savoir s'il vaut mieux inclure d'autres matières (les *Realien*) dans le programme de ces établissements, ou bien s'il faut créer un nouveau type d'école secondaire. Dès la seconde partie du XVIIIe siècle, un mouvement en faveur d'un enseignement secondaire professionnel, distinct de celui dispensé dans les écoles classiques que nous venons de voir, était apparu en Allemagne, sous l'influence de la pensée philanthropique [76]. On prend conscience de l'importance croissante des applications des mathématiques et des sciences naturelles dans la vie civile.

Il existe dans le dernier quart du siècle une volonté d'adapter l'enseignement secondaire à l'évolution des besoins économiques, ce qui consiste en particulier à mettre l'accent sur l'enseignement des mathématiques et des sciences empiriques. En 1772, une école secondaire

75. Drobisch, 1832, pp. 29-30 : « *Ein Weltmann, etwa ein gebildeter Bürger der Vereinigten Staaten, wenn er zu uns nach Deutschland käme und in Erfahrung gebracht hätte, wie allseitig wir es mit der Gelehrsamkeit nehmen, würde nun etwas meinen, auf Gymnasien und Universitäten würden* [...] *im Ganzen dieselben Wissenschaften betrieben ; man studiere auf der Schule Mathematik, Physik, Chemie, Naturgeschichte und auf der Universität Philologie, der Unterricht sey nur etwa dem Grade und Geiste nach verschieden : die Schule treibe Geometrie und Algebra, die Universität Integralrechnung und höhere Mechanik* [...]. *Daß dem nicht so ist, kann als allgemein bekannt vorausgesetzt werden. Diejenigen, welche jetzt in Sachsen des Gymnasialunterrichts sich als die Leute vom Fach betrachten, die philologischen Lehrer, schmähen auf die pädagogischen Versuche, Realunterricht in die Gymnasien aufzunehmen* ».

76. Le comte P. von Hohenthal tente ainsi en 1756 d'établir une première *Realschule* à Wittenberg, selon les modèles piétistes qu'il avait à disposition à Halle et à Berlin. En 1784, il parvient à ouvrir temporaireent une école professionnelle à Dresde, dans le quartier de Friedrichstadt (Moderow, 2007, p. 372).

classique franchit le pas : la *Nikolaischule* de Leipzig ajoute temporairement à son programme des cours pour les élèves se destinant au commerce dans lesquels les mathématiques et le calcul occupent une place importante. Les enseignants concernés sont C.B. Funk, Christoph Pflugbeil (1726-1776) et Johann Nikolaus Hübschmann (1730-1782) ; ils proposent des cours de mathématiques, écriture, calcul, anglais, français [77]. En 1773, Pflugbeil publie un manuel de calcul marchand qui peut avoir servi de support de cours (*Angangsgründe der kaufmännischen Rechenkunst*). La décision de l'école est motivée par le fait que « différents parents désirent pour leurs enfants, qui veulent se consacrer non pas aux *études universitaires* [*Studis*] mais au métier de marchand ou à d'autres arts, une école marchande dans laquelle un enseignement plus approprié à leur but que dans les établissements publics existant jusqu'à présent serait introduit » [78]. En l'absence d'autres mentions de cette école, on doit conclure que cette expérience fut éphémère.

Il semble dans un premier temps que le débat en Saxe s'oriente sur des termes assez proches des voisins bavarois et prussiens. En Prusse, par exemple, des tentatives de réformes ponctuelles existent, si bien qu'« à la fin du XVIII^e^ siècle la politique d'éducation de la Prusse n'était pas décidée [...]. Ici aussi on se demandait si la tendance vers une conception de l'éducation plus professionnalisante [*berufständisch*] qui était apparue dans les dernières décennies du XVIII^e^ siècle devait être encouragée, et si les écoles classiques devaient être fondamentalement réformées en ce sens. » [79] En Saxe, ces tentatives restent restent toutefois peu pérennes, faute de coordination et d'appuis institutionnels, et cantonnées essentiellement à l'enseignement primaire [80]. En 1773, lors de la mise en place du nouveau règlement scolaire, un professeur de mathématiques ouvre le débat public. Ebert publie cette année-là un livre intitulé *Instructions détaillées dans les sciences philosophiques et mathématiques pour les classes supérieures des écoles et lycées*. La volonté politique est transparente, non seulement à cause du titre mais aussi par la dédicace adressée à l'*Oberconsistorium*. Ebert y explique que les mathématiques sont nécessaires pour une « connaissance approfondie de la nature et de la plupart des arts » ; dans tous les domaines de la vie civile « le marchand et l'artisan

77. Voir la notice biographique de C. Pflugbeil p. 515.

78. Franz, 1772, pp. 433-434 : « *daß verschiedene Eltern für ihre Kinder, welche nicht denen* Studis, *sondern der Kaufmannschaft oder andern Künste sich widmen wollen, eine sogenannte Kaufmanschule, worinnen ein ihrem Zwecke gemässerer Unterricht, als bis anhero bei öffentlichen Schulanstalten eingeführt gewesen* ». C'est Franz qui souligne. Une autre école de commerce (*Kaufmannschule*) est mentionnée entre 1764 et 1768, sans que l'on puisse savoir si elle a été finalement créée. Voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 10078 Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation, Nr. 560.

79. Jahnke, 1990, p. 8 (notre traduction). En Bavière, F.I. Niethammer (1766-1848), dans un ouvrage consacré à l'opposition entre ces deux doctrines, parle ainsi d'une « bataille opposant les deux extrêmes de la pédagogie » (Niethammer, 1808, introduction : « *Streit der beiden entgegengesetzten Extreme der Pädagogik* »).

80. L'un des rares succès est la création en 1776 d'une École des mines (*Bergschule*) à Freiberg. Mais l'établissement vise à préparer les élèves à l'enseignement de l'Académie des mines et bénéficie de plus d'un fort soutien gouvernemental (il dépend de l'*Oberbergamt*, et non pas de l'*Oberconsistorium*, voir ci-dessus p. 161, ainsi que l'annexe B.1).

peuvent lorsqu'ils connaissent [ces sciences] se mettre en état d'amener leurs ateliers et leurs manufactures à une bien plus grande perfection. »[81] L'ensemble du livre garde à l'esprit cet aspect pratique des mathématiques : l'arithmétique inclut les méthodes et tableaux de conversion pour les monnaies, poids et mesures, tandis que la géométrie explique par exemple les techniques de jaugeage.

S'il existe bien en Saxe - comme dans les autres États allemands - des personnes qui militent pour que l'enseignement secondaire s'oriente dans la voie du philanthropisme, l'État saxon s'y oppose autant que ses faibles moyens le lui permettent[82]. À un moment où le gouvernement peine à imposer sa conception de l'enseignement public, les tentatives de créer de nouvelles écoles sont vues comme un danger. Une procédure est donc mise en place, chaque personne désirant ouvrir une école devant fournir un plan et une justification à l'administration locale qui les transmet pour évaluation à l'*Oberconsistorium*. Celui-ci vérifie que le futur établissement ne menace pas les écoles classiques existantes et contrôle chaque modification ultérieure du programme. La création de nouvelles écoles est donc strictement encadrée, ce qui explique le peu d'initiatives répertoriées.

Avant les réformes des années 1830, l'exemple le plus significatif d'un enseignement professionnel en Saxe est l'Institut de K.J. Blochmann[83], fondé en 1824, première institution saxonne où cohabitent une école classique (un *Gelehrtengymnasium*) et une école professionnelle (un *Realgymnasium*). Il propose une formation scientifique pour les jeunes qui n'ont pas pour but de poursuivre leur éducation à l'université. L'Institut comprend un *Progymnasium* commun à l'ensemble des élèves de 8 à 13 ans dans lequel les cours de calcul et de géométrie élementaire (*Formenlehre*) sont correctement enseignés[84]. Le *Gelehrtengymnasium* fait ensuite une place conséquente aux mathématiques - 4 heures hebdomadaires -, tandis que le *Realgymnasium* présente un enseignement technique de haut niveau : 6 heures sont consacrées chaque semaine aux mathématiques et 9 aux sciences empiriques. L'initiative est novatrice mais rencontre peu de succès, et le nombre d'élèves reste très faible. En 1834, sur les 32 nouveaux inscrits de l'établissement, seuls trois choisissent la voie professionnelle. L'expérience est néanmoins une réussite du point de vue pédagogique, car cette même année les élèves diplômés de la voie professionnelle embrassent des carrières où les connaissances acquises en mathématiques pratiques leur seront utiles : l'un part étudier

81. Ebert, 1773, p. 57 : « *gründliche Erkenntnis der Natur und der meisten Künste* » et « *und der Kaufmann und Handwerker kann sich durch die Kenntnis derselben in den Stand setzen, seine Fabrike und Manufakturen zu einer viel grössern Vollkommenheit zu bringen.* » Sur les mathématiques appliquées, voir pp. 55-56.

82. Pour un exemple précis, celui de Johann Carl Gotthelf Rochlitzer (1774-1848) qui cherche à ouvrir une école à Freiberg, voir Morel, 2013b.

83. Il s'agit du frère de Rudolf Sigismund Blochmann, qui participe en 1828 à la création de l'Institut de formation technique de Dresde (voir ci-dessus p. 280).

84. Snell, 1834, p. 84 : quatre heures par semaine pour les deux classes, avec également histoire naturelle (deux heures) et géographie (deux heures).

les sciences camérales à l'université de Leipzig, un autre va à Munich pour s'instruire en architecture, tandis que le dernier retourne assister son père qui est marchand [85].

Le débat sur l'unicité de l'enseignement secondaire possède ainsi en Saxe des caractéristiques singulières. En Prusse, les écoles professionnelles (*Realschulen*) sont alors très répandues et le contenu de leur programme s'éloigne progressivement du cursus classique dans le second quart du XIX^e^ siècle [86]. En Bavière, l'idée d'un enseignement professionnel séparé sous forme d'écoles professionnelles est progressivement acceptée et se développe en réponse à la difficulté d'une réforme de l'enseignement classique [87]. En Saxe, les mathématiques sont peu représentées dans l'enseignement secondaire classique, sans pour autant que des *Realschulen* ne viennent compenser ce manque. Il semble que la question de la séparation entre enseignement classique et professionnel soit restée en suspend jusqu'à la fin des années 1820.

***Realschulen* et *Gewerbeschulen* dans les années 1830**

Les débats sur l'unité de l'enseignement secondaire reprennent vivement à partir de 1831, après la création d'un ministère de l'éducation (*Ministerium des Cultus und öffentlichen Unterrichts*). Au début des années 1830, le paysage institutionnel s'est enrichi de plusieurs instituts techniques, comme l'Académie forestière de Tharandt et l'Institut de formation technique de Dresde. La réforme de l'enseignement secondaire semble plus nécessaire que jamais. M.W. Drobisch constate que la majorité des élèves inscrits dans des écoles secondaires classiques ne vont pas fréquenter l'université ; il semble donc pertinent de leur fournir un enseignement concret et applicable, plutôt que se contenter d'enseigner le latin, toujours considéré par certains « comme la langue universelle des savants, ce qu'elle n'est plus à proprement parler » [88].

D'autres mathématiciens proposent au contraire de diviser l'enseignement secondaire en deux branches, l'une classique et l'autre professionnelle. K.C. Snell, qui enseigne les sciences à l'Institut Blochmann de Dresde, voit dans cette séparation une solution aux débats qui opposent le réalisme et l'humanisme depuis la fin du siècle précédent. Il propose en 1834 de créer des *Realgymnasien* à côté des *Gymnasien* existants, dans un ouvrage intitulé *Sur le but et l'aménagement d'un Realgymnasium* (*Über Zweck und Einrichtung eines Realgymnasiums*). Il y affirme que l'« on peut en particulier être tenté de penser que l'on pourrait par ce moyen viser une réunion et un mélange des principes de l'humanisme

85. Snell, 1834, pp. 91-92.

86. Voir Schubring, 1991 [1983], pp. 76-83.

87. Sur l'enseignement des mathématiques dans le secondaire en Bavière, voir Thiersch, 1826, en particulier la quatrième section, deuxième partie, *Über den mathematischen Unterricht*, pp. 370-385, et la cinquième section, *Geschichte der bayerischen gelehrten Schulen von 1804 bis 1825*, pp. 392-417.

88. Drobisch, 1832, p. 32 : « *als die allgemeine Gelehrtensprache, was sie eigentlich nicht mehr ist* ».

et du réalisme ou philanthropisme, qui se querellent depuis plus d'un demi-siècle sous des formes différentes, et qu'une sorte de *juste milieu* en la matière pourrait être atteint » [89]. Snell constate que la nécessité d'un enseignement professionnel se fait déjà sentir dans l'organisation des écoles du dimanche [90] et dans les divers niveaux d'enseignement. Il propose même, pour les professions qui nécessitent à la fois une formation de haut niveau et des compétences techniques (architectes, hauts fonctionnaires des mines, de l'agriculture, caméralistes) la possibilité de se perfectionner en instituant « à l'université une faculté camérale séparée [...], et ne pas la réunir - comme c'est jusqu'à présent le cas - avec la faculté de philosophie et ainsi confondre les sciences et les matières les plus hétérogènes, celles qui sont les plus théoriques et celles qui sont les plus pratiques. » [91]

Mais les réflexions des enseignants et professeurs de mathématiques sont loin de faire l'unanimité en Saxe. La plupart des intellectuels, y compris les philologues modérés, refusent catégoriquement de mélanger l'enseignement professionnalisant et l'enseignement classique. Ainsi F. Lindemann, qui soutient pourtant généralement les enseignants de mathématiques, demande que l'on interdise aux élèves venant des écoles professionnelles de s'inscrire à l'université de Leipzig [92], ce qui est un moyen de combattre l'implantation de ces écoles. Pour lui, les mathématiques doivent se développer mais pas au détriment des lettres classiques qui restent la colonne vertébrale de l'enseignement universitaire. S'il ne se prononce pas directement contre les écoles secondaires professionnelles, elles ne peuvent pas selon lui diffuser une connaissance scientifique et donc préparer à une formation supérieure académique. L'ensemble des acteurs de ce débat s'accordent néanmoins à reconnaître qu'il y a en mathématiques deux ensembles de connaissances qui correspondent à deux objectifs distincts. D'une part, l'enseignement pratique et technique, dont le but est l'acquisition de compétences directement utilisables, et d'autre part l'enseignement de la science mathématique d'un point de vue théorique. En Saxe comme en Prusse, ces deux conceptions sont progressivement jugées irréconciliables [93]. L'idée d'un possible compromis ou d'une complémentarité des deux aspects, que l'on trouvait encore chez J.J. Ebert à la fin du XVIIIe siècle [94] ou dans la philosophie de J.F. Herbart au début du XIXe siècle, vole en éclat, ou plus exactement ne semble plus être recherchée par personne.

89. Snell, 1834, p. 10 : « *kann man insbesondere versucht sein zu glauben, daß durch dasselbe* [Realgymnasium] *eine Vereinigung und Vermischung der seit länger als einem halben Jahrhundert unter veränderten Gestalten in immer erneutem Streite liegenden Principe des Humanismus und Realismus oder Philanthropismus angestrebt werde, und hier eine Art* juste milieu *zwischen diesen beiden Principen sich geltend machen wolle* ». En français dans le texte, voir la notice biographique de K.C. Snell p. 523.

90. Snell, 1834, pp. 21-23.

91. Snell, 1834, p. 32 : « *auf den Universitäten eine abgesonderte cameralistische Fakultät* [...] *und dieselbe nicht, wie bisher, mit der philosophischen Fakultät zu vereinigen und so die heterogensten Fächer und Wissenschaften, die am meisten theoretischen und die am meisten practischen zusammen zu werfen.* ».

92. Lindemann, 1834a, p. 26.

93. Sur la Prusse, voir Schubring, 1991 [1983], pp. 71-91.

94. Ebert, 1773, en particulier pp. 50-59.

Le nouveau ministère de l'éducation a de toute façon décidé de créer, à côté des écoles secondaires classiques, des *Realschulen* dans lesquelles les matières utiles à la vie civile doivent être mieux représentées. En 1832, Johann Karl Christian Vogel (1795-1862) est recruté comme directeur d'une école primaire (*Bürgerschule*) de Leipzig. Il ne tarde pas à proposer une réforme de l'établissement dans un *Court avertissement sur l'idée et l'aménagement d'une école professionnelle supérieure pour garçons*[95]. L'école est réformée en ce sens l'année suivante et assure dès lors une formation secondaire pour les élèves de 12 à 16 ans. Elle comporte 4 classes dans lesquelles les mathématiques sont étudiées six heures par semaine. Le programme englobe la « planimétrie, stéréométrie, trigonométrie et ce qui est nécessaire en géométrie analytique ; en arithmétique, essentiellement le calcul pratique » [96]. Cela est non seulement plus concret, mais également d'un niveau sensiblement plus élevé que l'enseignement des écoles classiques de l'époque qui n'inclut qu'exceptionnellement un traitement analytique de la géométrie. Le but de cet établissement, selon son directeur Vogel, est bien différent de celui des écoles classiques et se place, dès son origine, en interaction avec les nouveaux instituts techniques supérieurs qui ont progressivement ouvert en Saxe :

> « Elle doit chercher à faire progresser les élèves de telle sorte qu'ils soient en mesure, après l'achèvement d'un cursus complet, soit d'appliquer eux-mêmes les connaissances acquises à l'école dans les occupations de la vie professionnelle, concrète et pratique, et de les étendre, soit d'entrer suffisamment préparés dans un établissement supérieur pour une matière particulière - école de commerce, sylvicole, des mines, de construction ou polytechnique. » [97]

À l'exception de Vogel à Leipzig, l'enseignement préparatoire aux écoles techniques supérieures reste rare. Les protestations sont nombreuses, de la part de pédagogues et d'industriels qui expliquent que les écoles du dimanche existantes ne peuvent pas remplacer un véritable système d'éducation. C'est dans ce contexte que naissent en 1836 les *Geweberschulen* de Zittau et Plauen, que nous avons décrites au chapitre précédent. Le débat entre humanisme et réalisme, et la faiblesse politique de l'État, ont donc abouti à une séparation complète entre enseignement secondaire classique et professionnel. Les résistances des philologues à l'enseignement des mathématiques ont paradoxalement favorisé l'apparition d'écoles professionnelles plus orientées vers l'industrie. Dans d'autres États

95. Vogel, 1834, dont le titre complet en allemand est *Kurze Verständigung über die Idee und die Einrichtung einer höheren Bürger- oder Realschule für Knaben, und einer höhern Tochterschule nach den Bedürfnissen der Stadt Leipzig.*

96. Witting, 1910, p. 22 : « *Planimetrie, Stereometrie, Trigonometrie und das Nötigste aus der analytischen Geometrie, in der Arithmetik überwiegend das praktische Rechnen* ».

97. Cité dans Schmidt, 1862, vol. 4, *Vogel und die Realschule in Leipzig*, p. 414 : « *sie zu streben habe,* [...] *sie die Schüler so weit zu fördern, daß sie nach Beendigung eines vollständigen Lehrcursus im Stande seien, entweder jene in der Schule erworbenen Kenntnisse fortan in den Beschäftigungen des wircklichen, practischen Berufslebens selbst anzuwenden und zu erweitern, oder in einer höheren Lehranstalt für ein besonderes Fach - Handels-, Forst-, Berg-, Bau- oder polytechnische Schule - gehörig vorbereitet überzutreten.* »

allemands, on s'est contenté de créer de simples *Realschulen*, c'est-à-dire des établissements où sont enseignées les matières les plus utiles dans la vie civile. La différence d'appellation entre les *Gewerbeschulen* en Saxe et les *Realschulen* témoigne de la singularité de ce parcours. Des *Realschulen* semblables à celles des autres États allemands apparaissent plus tardivement en Saxe. Après l'école de Vogel créée en 1833, il faudra attendre une décennie pour que le ministère de l'éducation décide de faire d'un établissement existant une école professionnelle. En 1843, le *Gymnasium* d'Annaberg est transformé en *Realschule*[98]. En Saxe, les écoles professionnelles sont donc essentiellement des *Gewerbeschulen*, hors du contrôle du ministère de l'éducation, dans lesquelles sont enseignées uniquement les mathématiques pratiques :

> « Les mathématiques ne sont pas enseignées dans les écoles professionnnelles parce qu'elles contiennent les règles éternelles de la nature, ni parce que l'esprit humain se forme par la claire conception de celles-ci, ni parce que les mathématiques proposent la meilleure gymnastique de l'esprit par la pensée stricte et conséquente, mais parce que cette science est pour presque tous les types de métiers d'une importance infinie, car la mécanique repose entièrement sur elle. »[99]

98. Ce n'est cependant que dans les années 1850 que le ministère va créer de nouvelles *Realschulen* à Reichenbach et à Plauen.

99. Lindemann, 1845, p. 11 : « *Nicht weil die Mathematik die ewigen Grundregeln der Natur enthält, nicht weil durch die klare Anschauung derselben der Geist des Menschen gebildet wird, nicht weil die Mathematik durch strenges und folgerechtes Denken dem Jünglingen die beste Geistegymnastik gewährt, wird sie auf den Gewerbeschulen gelehrt, sondern weil diese Wissenschaft in ihrer Anwendung für fast alle Arten der Gewerbe von unendlicher Wichtigkeit ist, weil namentlich die Mechanik ganz auf ihr beruht.* »

4.3 Les réformes de l'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires classiques

Pour l'enseignement des mathématiques dans les écoles classiques, il semble que l'on ait atteint, à la fin des années 1820, un consensus entre les philologues modérés et les mathématiciens. Les seconds reconnaissent l'importance des langues anciennes et se contentent de proposer un enseignement théorique dont le but est de former l'esprit des élèves. Les mathématiciens minorent et vont parfois jusqu'à exclure la relation entre les sciences et leurs applications techniques. Pour K.C. Snell,

> « le terme de *Gymnasium* contient intrinsèquement une référence à une gymnastique de l'esprit qu'il s'agit d'y obtenir, pour laquelle le but principal doit être une formation humaniste et de l'esprit par l'activité scientifique, sans faire spécialement cas de l'utilité et de l'applicabilité future des connaissances ainsi obtenues » [100].

Les mathématiciens cherchent donc à placer leurs propositions de réformes dans la continuité de l'enseignement existant, en soulignant la nécessité de la discipline mathématique mais sans menacer la philologie et en évitant toute forme de surenchère. Cela passe par une modération des revendications sur l'importance de cette matière et sa place dans les programmes : « nous pouvons dire dès à présent, afin de prévenir des incompréhensions, que selon notre opinion quatre heures de mathématiques et deux heures d'enseignements scientifiques hebdomadaires pour toutes les classes nous semblent certes absolument nécessaires [...], mais également suffisantes. » [101] Dans les projets proposés au gouvernement, les mathématiques ne sont plus présentées comme préparant aux applications mercantiles mais seulement à l'étude intellectuelle et à la compréhension de la nature. Le commerce, la mécanique et l'arpentage cèdent dans les discours la place à la physique et aux sciences naturelles.

L'introduction d'un examen de maturité pour accéder à l'université

L'idée d'un examen nécessaire pour entrer à l'université est en vogue depuis le début du XIX^e^ siècle. En Prusse, il a été introduit dès la création en 1788 d'un collège supérieur de l'école (*Oberschulkollegium*) chargé de superviser l'instruction publique [102]. En Saxe, des

100. Snell, 1834, p. 10 : « *Das Wort Gymnasium wesentlich eine Hinweisung auf eine darin zu erlangende Gymnastik des Geistes in sich enthält, bei welcher die durch wissenschaftliche Bethätigung zu erreichende allgemeine Geistes- und Humanitätsbildung Hauptzweck sein soll, ohne specielle Rücksicht auf die spätere Brauchbarkeit und Anwendbarkeit der dabei erlangten Kenntnisse* ».

101. Snell, 1834, p. 17 : « *wir können vorläufig, um Mißverständnissen vorzubeugen, hinzufügen, daß nach unserm Dafürhalten wöchentlich vier Stunden Mathematik und zwei Stunden wissenschaftlicher Unterricht durch alle Klassen* [...] *zwar durchaus nöthig, aber auch hinreichend sind.* »

102. Des réformes ont ensuite lieu en 1803 et 1812 (voir Schubring, 1991 [1983], pp. 33-37).

initiatives isolées voient le jour à la fin des années 1810 : les deux écoles d'État de Grimma et de Meißen introduisent en 1818 un examen terminal. En 1822, le *Gymnasium* de Freiberg les imite, tout comme Zittau en 1825 et Plauen en 1826 ; la mesure est finalement généralisée par le décret du 4 juillet 1829 [103]. Il devient alors nécessaire, pour entrer à l'université de Leipzig et dans d'autres établissements supérieurs, comme l'Académie de médecine de Dresde, d'être bachelier, c'est-à-dire de présenter un certificat de maturité et d'aptitude (*Zeugniß der Reife und Tüchtigkeit*). Celui-ci est obtenu lors d'examens ayant lieu dans toutes les écoles classiques de l'État à la fin de la classe de *Prima*. Ils consistent en une épreuve écrite en latin et en allemand, ainsi qu'en une évaluation orale « portant partiellement sur ce qu'on nomme les *Realwissenschaften*, c'est-à-dire sur l'histoire, la géographie, les mathématiques, la philosophie et la physique, dans la mesure où ces sciences sont adaptées à l'enseignement scolaire. » [104]

S'il s'agit d'une victoire majeure pour les humanistes modérés saxon, les espoirs des mathématiciens sont déçus, au moins dans un premier temps. L'examen sert en effet principalement à assurer aux futurs étudiants, dont une part importante se destine à l'enseignement primaire et secondaire, une connaissance minimale des *Realien*. On remarque cependant que les mathématiques n'occupent dans l'examen qu'une place marginale puisqu'elles ne constituent qu'une petite partie de l'épreuve orale, elle-même moins importante que les deux épreuves écrites. Aucun type d'exercice spécifique n'est prescrit et aucune connaissance ou attente minimale des élèves n'est attendue. C'est l'année suivante que les choses changent réellement : un décret du 17 décembre 1830 complète le précédent et inclut les mathématiques dans la liste des matières qui font l'objet d'une évaluation écrite. Il s'agit d'une unification par le haut pour l'ensemble des écoles classiques, comme le montre la nouvelle organisation des épreuves :

> « L'examen écrit de ceux qui veulent aller à l'université consiste en la rédaction d'un essai en langue latine et allemande, ainsi qu'en la résolution d'un exercice mathématique. L'impétrant doit témoigner, dans la rédaction dans les deux langues, de la formation de sa compréhension et de son habileté stylistique, et dans sa composition mathématique plutôt de sa capacité de jugement [*Beurtheilungskraft*] dans l'utilisation des connaissances mathématiques obtenues. » [105]

La généralisation de cet examen de maturité dans lequel les mathématiques sont obli-

103. Richter, 1840, pp. 295-297.

104. Richter, 1840, p. 296, §7 : « *theils über die sogenannten Realwissenschaften erstrecken, namentlich auf Geschichte, Geographie, Mathematik, Philosophie und Physik, soweit diese Wissenschaften für den Schulunterricht geeignet sind.* »

105. Richter, 1840, p. 307 : « *Die schriftliche Prüfung Derjenigen, welche zu der Universität abgehen wollen, besteht in der Abfassung eines Aufsatzes in lateinischer und deutsche Sprache und in der Lösung einer mathematischen Aufgabe. Der Abiturient soll bei der Ausarbeitung in beiden Sprachen die Bildung seines Verstandes und seine stylistische Fertigkeit, bei der mathematischen Ausarbeitung aber seine Beurtheilungskraft in Anwendung der erworbenen mathematischen Kenntnisse beurkunden.* »

gatoires rend implicitement nécessaire le recrutement, dans les établissements récalcitrants, d'un *Mathematicus*. Il est en effet précisé que « l'enseignant en mathématiques [donne] le sujet de la composition sur un sujet mathématique. » [106] Pendant quelques années, certaines écoles ignorent cependant cette directive et se contentent d'examens oraux. La plupart des établissements possèdent néanmoins un enseignant en mathématiques au milieu de la décennie (voir la figure 23, *supra* p. 350), et plusieurs recteurs s'impliquent en faveur du développement des mathématiques.

La création d'un ministère de l'éducation favorable aux mathématiques

La révolution de 1830 amène la constitution d'un gouvernement qui crée, dans le domaine de l'enseignement secondaire, un ministère supérieur du culte et de l'enseignement public (ministère de l'éducation). En une quinzaine d'années, la Saxe va mettre au point un réseau d'institutions étatiques inspiré de ses voisins, notamment prussiens, dans lesquelles les mathématiques jouent désormais un rôle de premier plan. Après l'instauration de l'examen de maturité en 1829-1830, une seconde évolution symbolique a lieu le 2 mai 1831 : les *Landesschulen* de Meißen et de Grimma, la *Kreuzschule* de Dresde, les *Nikolaischule* et *Thomasschule* de Leipzig, les *Gymnasien* de Annaberg, Bautzen, Chemnitz, Freiberg, Plauen, Schneeberg, Zittau et Zwickau reçoivent tous le nom « d'écoles classiques publiques » (*öffentlichen Gelehrten Schulen*) [107]. Le contexte politique et économique explique cette transition d'un État qui, jusque-là, a été incapable de proposer une politique scientifique cohérente, à un gouvernement organisé capable d'uniformiser l'enseignement et d'imposer des décisions éloignées des intérêts des administrations et institutions scolaires locales. Dans les plus petits établissements, il s'agit de financer les réformes demandées. Pour les écoles les plus importantes, auxquelles l'autonomie financière donne une indépendance presque totale vis-à-vis du pouvoir, l'État doit s'assurer qu'un *Mathematicus* est présent et qu'il assure un enseignement mathématique de qualité.

La nouvelle administration est tout à fait favorable au développement des mathématiques dans le secondaire : le *Staatsminister* B. von Lindenau, homme politique libéral, est lui-même astronome. Le ministre du culte et de l'enseignement public est Johann Christian Gottlieb Müller (1776-1836), et son conseiller intime (*geheimer Kirchenrat*) est G.L. Schulze, lui aussi astronome, mathématicien, auteur de plusieurs manuels et ouvrages scientifiques [108]. Pour de nombreux observateurs saxons, une réforme d'ampleur du système éducatif est dès lors inévitable. En 1832, dans son ouvrage *Philologie et mathématiques*, Drobisch tente d'influer sur la future révision des programmes. Il se montre admiratif de ce qui s'est

106. Richter, 1840, p. 307 : « *Das Thema zu dem Aufsatze über einen mathematischen Gegenstand* [...] *der Lehrer der Mathematik.* »
107. Richter, 1840, p. 310.
108. Voir sa notice biographique p. 522.

passé en Prusse et incite la Saxe à suivre cet exemple. Il souligne également l'avance et l'influence du système français : « que nous, Allemands, devions prendre les Français [...] pour modèle, ne souffre pas contestation [...]. Lorsque l'on parle d'une introduction radicale des mathématiques dans tous les niveaux de l'enseignement, la France se place clairement en tête. » [109] Il pointe ensuite les causes du retard saxon, qui ont trait au manque de moyens pour l'enseignement, au manque de formation pour les enseignants ainsi qu'à l'hostilité de plusieurs recteurs à l'encontre des sciences exactes et naturelles. Résumant la place de la discipline mathématique dans l'enseignement secondaire saxon, son constat est implacable :

> « Dans aucune des écoles de ville saxonnes on ne consacre dans chaque classe plus de deux heures à l'enseignement des mathématiques, et on se contente même parfois d'une seule. Il n'est pas rare que 40 ou 50 élèves assistent en même temps à cet enseignement sommaire. Il n'est presque nulle part question de travailler les mathématiques en dehors des heures de cours, non plus que d'une influence des connaissances mathématiques acquises sur le niveau de la note de sortie [examen de maturité]. En plusieurs endroits, les élèves chahutent pendant le cours de mathématiques sans être punis, ou bien même se dispensent de la fréquentation des cours de leur propre chef. » [110]

Pour remédier à cette situation, il requiert six heures d'enseignement par semaine, soit une heure par jour. Parmi ces six heures, deux doivent être consacrées à la physique. Il propose ensuite un programme volontairement modeste, mais qui selon lui doit être complètement maîtrisé. En arithmétique, un élève qui termine sa formation doit selon lui connaître le théorème binomial ainsi que les équations du second degré à plusieurs inconnues et leur application à la résolution de problèmes. En géométrie, il exige la maîtrise de la géométrie algébrique, pour la mesure et la comparaison des figures, ainsi que les éléments de la trigonométrie plane et sphérique. Il propose donc un programme résolument réaliste et assure que « l'exemple de nombreux *Gymnasien* prussiens montre que ces objets peuvent être enseignés avec le nombre d'heures donné dans le nombre normal d'années » [111]. Drobisch et Brandes tentent dans le même temps d'influencer le nouveau ministère d'une manière plus subtile. Dès février 1832, l'*Oberconsistorium* envoie un rapport sur l'enseignement des

---

109. Drobisch, 1832, p. 56 : Daß aber jetzt wir Deutsche die Franzosen *[...]* als Muster anerkennen müssen, unterliegt wohl keinem Zweifel [...] *wenn von einer durchgreifenden Einführung der Mathematik in den Unterricht aller Stände die Rede ist, so steht Frankreich entschieden oben an.* »

110. Drobisch, 1832, p. 60 : « *Auf keiner der sächsischen Stadtschulen sind dem mathematischen Unterricht mehr als zwei Stunden für die Classe wöchentlich vergönnt, ja auf manchen sogar nur Eine. Dabei nehmen an diesem dürftigen Unterricht oft 40 bis 50 Schüler zugleich Theil. Von mathematischer Beschäftigung derselben außer den öffentlichen Lehrstunden ist fast nirgends die Rede, eben so wenig von einem Einfluß der erworbenen mathematischen Kenntnisse auf den Grad der Abgangscensur, und ungestraft treiben an mehreren Orten die Schüler Allotrien, während der Mathematiker docirt, oder dispensiren sich wohl gar aus eigner Machtvollkommenheit gänzlich von dem Besuche seiner Lehrstunden.* »

111. Drobisch, 1832, p. 82. Le programme détaillé se trouve pp. 80-81. Il s'agit d'une prescription minimale et M.W. Drobisch suggère plus loin d'ajouter certains théorèmes généraux relatifs aux équations supérieures, le développement en série des fonctions, le retour des suites ainsi que la théorie des nombres imaginaires.

mathématiques au ministère de l'éducation signalant en particulier que « des plaintes ont été formulées, de la part des enseignants académiques de physique et des sciences reliées de l'université de Leipzig, sur le manque de connaissances préalables solides en mathématiques chez la majorité des étudiants, qui se voient considérablement freinés pendant les cours » [112]. Lorsqu'une réforme de l'enseignement commence à être publiquement évoquée, de nombreux mathématiciens publient des brochures ou des livres qui visent - souvent explicitement - à influencer les débats parlementaires [113].

4.3.1 Le projet de loi de 1834, une reprise en main de l'enseignement secondaire

Dès 1831, le conseiller Schulze commence à élaborer un nouveau règlement pour les écoles classiques. Des ébauches manuscrites de ce projet font à partir de l'année suivante fréquemment référence au livre de Drobisch, dont le ministère semble partager les vues. Il est ainsi prévu d'accorder plus de temps aux *Realien*, de fournir à chaque école du matériel de physique et de mathématiques, mais également d'améliorer la formation des professeurs [114]. Malgré cela, le texte reste vague sur la question du contenu proprement dit des enseignements de mathématiques, se contentant d'affirmer que « les langues et les sciences contiennent ensemble les lois formelles de toute existence [*Dasein*], et les deux doivent donc former les piliers de toute éducation formelle. » [115] Il est possible d'expliquer ce flou par la volonté de faire un bilan de l'état réel de l'enseignement des mathématiques avant de le modifier. Schulze prend d'ailleurs contact en avril 1831 avec tous les recteurs d'écoles classiques pour s'enquérir de la situation de la discipline, ce qui lui permet de saisir les écarts importants existant entre

112. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11288, p. 1r : « *Von der academischen Lehrern im Fache der Physick und der verwandten Wissenschaften auf der Universität zu Leipzig ist über den Mangel an gründlichen mathematischen Vorkenntnissen bei der Mehrzahl der Studirenden, wodurch dieselben bei ihren Vorlesungen sich gehemmt sähen, Klagen geführt worden* ».

113. Outre Drobisch, 1832, on trouve aussi Rüdiger, 1833 ; Snell, 1834 ; Lindemann, 1834a ; Lindemann, 1834b et Preusker, 1835.

114. Les différentes ébauches du projet de réforme sont réunies dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11281, *Entwurf zu einem Gesetz für die Gelehrtenschulen (1833)*. Drobisch est par exemple mentionné p. 41v, p. 45r et p. 48r. Le plan se trouve sous une forme plus achevée, datée du 22 mai 1833, dans une lettre de Schulze au ministre de l'éducation Müller, dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11288, pp. 285r-294r.

115. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11281, pp. 76r-76v : « *Sprachen und Wissenschaft enthalten zusammen die formalen Gesetzte alles Daseyns, unt mithin müssen beide Grundpfeiler jeder formalen Bildung seyn.* » Schulze adopte ici une position très proche de celle de Drobisch, exprimée par exemple dans Drobisch, 1832, p. 2 : « *Philologie und Mathematik treten also hier als Fundamente zweier Hauptzweige der Wissenschaften auf und üben durch ihren heterogenen Charakter auf den Geist und die Richtung derselben einen eben so entschiedenen als verschiedenen Einfluß aus.* »

les différentes villes[116]. Les deux points principaux qui se dégagent de cette consultation sont les suivants : « d'une part, acquérir le matériel nécessaire pour ce cours, et d'autre part accorder à l'enseignant de cette science quelque dédommagement pour ses efforts. »[117] Le ministère se focalise avant tout sur les conditions matérielles de l'enseignement, espérant que leur amélioration s'accompagnera d'un essor de la discipline. Il s'inspire de l'exemple de la *Thomasschule* de Leipzig : faire du *Mathematicus* un enseignant à part entière y a permis d'améliorer significativement le niveau des élèves[118].

De toute façon, le texte de loi mis au point par le ministère possède un autre but : il cherche à s'assurer un contrôle étroit sur les écoles secondaires. Pour y parvenir, le gouvernement utilise le levier financier. Depuis 1817, les établissements des plus petites villes - Annaberg, Chemnitz, Freiberg, Plauen, Schneeberg et Zwickau - reçoivent annuellement de l'État 200 talers chacun[119]. Le manque chronique de moyens est utilisé par le ministère pour proposer, le 7 décembre 1833, un projet de loi général sur l'organisation des écoles secondaires[120]. Ce plan prévoit que les *Gymnasien* de Freiberg, Zwickau et Plauen passent sous la direction et le financement de l'État, pour un total de 7 000 talers par an, et que toutes les écoles classiques acceptent une large supervision du ministère. Cela implique en particulier une séparation d'avec les écoles primaires (*Volks- und Bürgerschulen*) et les séminaires de formation des enseignants du primaire (*Schullehrerseminarien*). Cette prise de contrôle devrait s'accompagner d'une évolution des programmes avec une plus forte présence des *Realien*, mathématiques en tête. L'évolution des méthodes et des contenus des disciplines est ici inséparable de la politique scientifique puisque toute harmonisation de l'enseignement des mathématiques passe par un abandon de souveraineté des établissements sur le contenu de leurs programmes.

Le 11 janvier 1834, la seconde chambre décide cependant d'ajourner le débat sur le projet de loi. Celui-ci est soumis à un examen approfondi par une députation formée de cinq membres de la première chambre. Les philologues conservateurs remportent ainsi la première manche en maintenant temporairement le *statu quo*. Les mathématiciens sont déçus, tout

116. Les différentes réponses sont rassemblées dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 1128, avec en particulier la réponse du *Consistorium* de Chemnitz, responsable des établissements de Chemnitz, Freiberg, Annaberg, Schneeberg et Zwickau, pp. 25-174.

117. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11288, p. 2v : « *theils den, für gedachten Unterricht nothwendigen Apparat anzuschaffen, theils dem Lehrer in dieser Wissenschaft einige Entschädigung für seiner Mühe zu gewähren.* »

118. Voir ci-dessus p. 355 ; les deux évènements sont contemporains puisque la réforme de la *Thomasschule* est mentionnée dans le rapport commandé par Schulze.

119. Voir par exemple Ministerium, 1847, *Vorerrinerung*. La somme est relativement faible et correspond à peu près au salaire d'un *Mathematicus* ; dans le cas du *Gymnasium* de Zwickau, la somme est explicitement octroyée pour recruter un maître de mathématiques, bien qu'elle n'ait finalement pas été utilisée pour cela (voir Herzog, 1839, p. 732).

120. Pfretzschner, 1849, p. 14.

comme les philologues modérés. Lindemann, qui appartient à ce dernier groupe, publie une brochure ce même mois en faveur de la réforme. Il y ajoute au dernier moment un préambule au vitriol expliquant que l'ajournement est pour le royaume de Saxe une calamité publique (*eine öffentliche Calamität*). Un des membres de la députation, C.G. Großmann, critique violemment l'enseignement des mathématiques et des sciences naturelles, matières qu'il juge inutiles et néfastes dans l'enseignement classique. Sans surprise, il défend un enseignement strictement centré sur le latin et met en garde les députés :

> « Je connais une école dans laquelle on enseigne trop les mathématiques, et une autre où c'est le cas du grec, et je me rappelle [...] les silhouettes fantomatiques des élèves, qui dans leur dix-huitième année quittèrent [l'école] comme des savants de cabinets décatis, voûtés et tordus par l'étude, l'écriture et la correction » [121].

Lors de son second passage devant la première chambre, le 9 juillet 1834, le projet est modifié sur plusieurs points importants. L'une des dispositions polémiques est celle qui vise à augmenter le programme de mathématiques. Il s'agit d'ajouter aux mathématiques pures leurs applications élémentaires aux théories physiques, à la géographie et à l'astronomie. Les rédacteurs du texte sont accusés de vouloir, à travers ce projet de loi, répandre « l'esprit corrupteur du réalisme » (*der verderbliche Geist des Realismus*), d'encourager la polymathie et de chercher à émanciper l'école de l'église. La centralisation, point principal de la réforme, est critiquée au motif que « le gouvernement n'a pas prévu de fonds suffisants pour ce but, que 7 000 talers ne sauraient suffire quand par exemple la Prusse, en 1830, a utilisé pour cela un million trois quarts » [122]. L'ensemble des mathématiques appliquées, pratiques et des sciences naturelles sont présentées comme inutiles, voire dangereuses. Selon Großmann, « on ne peut et l'on ne doit oublier qu'il ne faut pas réunir deux directions, que l'on ne doit pas servir en même temps deux maîtres. La formation classique reste éternellement la fondation » de l'école classique [123]. Si les mathématiques pures sont relativement épargnées, il suffit selon les députés d'étudier les textes anciens, au premier rang desquels bien sûr les *Éléments* d'Euclide.

Les enseignants de mathématiques favorables à la réforme sont déçus : Lindemann, qui avait fait circuler une première brochure en janvier 1834, publie le 8 septembre un nouvel opuscule intitulé *Les négociations de la première chambre sur une proposition de*

121. Landtags-Acten, 1834, vol. 2, p. 404 : « *Ich kenne eine Schule, in welcher die Mathematik, eine andere, in welcher das Griechische übertrieben wird, und errinere mich* [...] *der Schattengestalten von Jünglingen, die in ihrem achtzehnten Jahre schon wie abgelebte Stubengelehrte, die von Studiren, Corrigiren und Schriftstellern sich krumm und schief gesessen, einhergingen* ».

122. Landtags-Acten, 1834, vol. 4, p. 483 : « *die Regierung für diesen Zweck zu wenig postuliert habe, daß 7 000 Thalern nicht ausreichen könnten, während z.B. in Preußen im Jahre 1830 eine und drei Viertheil Millionen verwendet habe* ».

123. Landtags-Acten, 1834, vol. 4, p. 593 : « *Dabei könne und dürfte man aber nicht vergessen, daß man nicht zwei Richtungen vereinigen, nicht zweien Herren zugleich dienen dürfte. Classische Bildung bleibe ewig die Grundlage* ».

loi concernant l'organisation des écoles classiques qui fait grand bruit et même scandale chez certains membres de la chambre [124]. Bien qu'il soit un philologue, sa position modérée l'amène défendre l'introduction de nouvelles matières dans les programmes en général, et des mathématiques en particulier : « même le dénonciateur le plus féroce du gouvernement, qui accuse la loi scolaire du réalisme [*Realismus*] le plus extrême, n'a pu nier que l'enseignement des mathématiques et de la physique soit nécessaire dans les écoles classiques. » [125] Lindemann demande donc que des fonds soient accordés pour les manuels et les collections d'instruments. Le rôle du gouvernement est pour lui primordial et doit s'inspirer de manière urgente de ce qui a été fait en Prusse. Il prend à titre d'exemple le cas de la partie de la Saxe revenue à la Prusse en 1815 : « le ministère du culte et de l'enseignement public de Berlin travailla pour toutes les questions scientifiques et d'enseignement directement avec les recteurs, sans que néanmoins l'administration locale soit complètement mise de côté. » [126] Ces réflexions ne peuvent empêcher l'abandon du projet. Le 30 juillet 1834, un décret du gouvernement a enterré la réforme et toutes les améliorations du programme de mathématiques qu'elle comprenait.

Comment l'enseignement secondaire classique devient une compétence du ministère de l'éducation

Le problème budgétaire qui est à l'origine du projet de réforme subsiste néanmoins, et dès la rentrée de septembre, certaines écoles écrivent au ministère pour demander des financements [127]. Le gouvernement, plutôt que de risquer un nouveau revers législatif, procède de manière exécutive en publiant au coup par coup des décrets. Le ministère n'hésite plus désormais à utiliser l'arme économique : il accorde un financement révisable tous les deux ans « pour soutenir les écoles classiques dont l'existence semble souhaitable et nécessaire à l'intérêt de l'État » [128]. Le financement est donc implicitement conditionné au respect, par les écoles, de la politique scientifique du ministère de l'éducation. Malgré leurs protestations,

---

124. Lindemann, 1834b, dont le titre complet en allemand est *Die Verhandlungen über den Entwurf eines Gesetztes die Organisation der Gelehrtenschulen betreffend in der ersten Kammer der hohen Ständeversammlung des Königreiches Sachsen.* Selon Pfretzschner, 1849, p. 16, la publication de Lindemann serait remontée jusqu'au ministère.

125. Lindemann, 1834b, p. 15 : « *Dass der Unterricht in der Mathematik und Physik auf Gymnasien nothwendig sei, hat selbst der heftige Ankläger der Staatsregierung, welcher dem Schulgesetze den crassesten Realismus Schuld gab, nicht geleugnet.* »

126. Lindemann, 1834a, p. 21 : « *Das Ministerium des Cultus und öffentlichen Unterrichts zu Berlin rescribirte in allen Wissenschaftlichen und Unterrichts-Angelegenheiten unmittelbar an den Rector, ohne das jedoch die Localbehörde ganzlich beseitigt ward.* »

127. Voir par exemple la demande conjointe des recteurs de Freiberg et Zwickau, le 1er septembre, dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11283, pp. 45r-46r.

128. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11283, décret du 8 novembre 1834 p. 78r : « *zu Unterstüzung derjenigen Gelehrteschulen, deren Fortbestehen im Interesse des Landes als wünschenwerth und nothwendig erscheint* ». Voir aussi un décret précédent du 29 octobre, pp. 60r-60v.

les écoles du Voigtland (Plauen) et des Monts Métallifères (Freiberg et Zwickau), ainsi que celles d'Annaberg et de Bautzen acceptent le projet, mais celles de Chemnitz et Schneeberg doivent fermer [129]. Le ministère de l'éducation publie alors le 21 mars 1835 un décret clarifiant les rapports administratifs dans le secondaire [130], qui marque la mise sous contrôle de l'État de l'ensemble des institutions d'enseignement primaires et secondaires classiques.

Pour les décisions qui relèvent de l'autorité de l'établissement, le collège des professeurs est désormais placé sous l'autorité de la commission scolaire (*Schulkomission*), composée du recteur, d'un membre du conseil de ville possédant une formation scientifique (c'est-à-dire ayant fréquenté l'université) et d'un membre de la communauté locale proposé par le conseil de ville, sous réserve d'acceptation par le ministère [131]. Pour nommer un enseignant, le collège doit faire une proposition au ministère par l'intermédiaire de la commission, qui fournit une évaluation (*Gutachten*) du candidat. Mais le ministère peut très bien décider de nommer une autre personne et il a le dernier mot. Bien que la réforme globale de l'enseignement secondaire classique ait été rejetée en 1834, le ministère de l'éducation contrôle donc dès 1835 l'organisation de la vie scolaire et la nomination des enseignants. Cependant, faute d'une législation contraignante, il n'a pas pu imposer à toutes les écoles un programme de mathématiques homogène. Au milieu des années 1830, le nombre d'heures hebdomadaires et les méthodes d'apprentissage varient encore fortement selon les établissements. Durant la décennie suivante, les expérimentations et propositions vont être nombreuses, sans cependant qu'un programme commun à tous les établissements ne soit adopté.

L'échec de la conférence des recteurs de 1835

Les débats sur le rôle, les méthodes et le contenu de l'enseignement des mathématiques bénéficient dans les années 1830 d'une audience croissante, à mesure que cette discipline prend de l'importance dans les écoles classiques et professionnelles. Néanmoins, il faudra attendre 1847 pour qu'une législation contraignante soit mise en place par le gouvernement. En 1835, la volonté du ministère de l'éducation d'harmoniser les contenus d'enseignement échoue en effet sur une incompréhension. Le décret du 21 mars 1835 lui a donné le contrôle sur de nombreuses questions liées au financement des écoles et sur la nomination des enseignants, sans pour autant lui permettre de déterminer le contenu des programmes. Quelques jours auparavant, F. Lindemann a fait parvenir au conseiller Schulze un plan général d'organisation de l'enseignement pour les écoles secondaires classiques. Ce plan est jugé intéressant par le ministère qui décide alors d'organiser une grande conférence des recteurs d'écoles secondaires saxonnes. Cette réunion, qui a lieu du 29 juin au 3 juillet 1835, a pour but de renforcer

129. Pfretzschner, 1849, p. 25.

130. Richter, 1840, pp. 387-390 : *Verordnung des Cultusministerii, die Verhältnisse der Behörden für die Städtischen Gymnasien s.w.d.a. betr, v. 21 März 1835.*

131. La commission est placée sous l'autorité de ce dernier, avec comme intermédiaires l'*Oberconsistorium* et les *Consistorium* locaux (voir annexe B.1, p. 424).

la cohésion des programmes. D'autres personnalités compétentes dans ce domaine sont également invitées, comme M.W. Drobisch. Les décisions qui doivent y être prises seront cependant indicatives et n'auront pas force de loi.

Le plan de Lindemann, qui est joint aux invitations à cette conférence, est censé constituer un support pour la discussion. Son projet est cependant présenté de manière anonyme, sur sa propre demande [132]. Ceci va susciter une première incompréhension car les recteurs croient que ce plan constitue le projet définitif du ministère. Concernant les mathématiques, la proposition de Lindemann est surprenante car il formule deux exigences inconciliables. Il fixe en effet au programme des objectifs extrêmement ambitieux, alors même qu'il n'affecte que deux heures hebdomadaires à l'enseignement de la discipline :

> « *Classes de mathématiques.*
>
> – *Quatrième classe de mathématiques* : éléments de la science théorique du calcul avec les quatre opérations et le calcul fractionnaire (en incluant les fractions décimales), de manière purement scientifique avec calcul littéral (algèbre). Cours d'un an.
> – *Troisième classe de mathématiques* : Théorie des puissances, autant qu'il est nécessaire, proportions, progressions, logarithmes, équations du premier degré avec introduction à la résolution des équations du second degré, ainsi que la planimétrie jusqu'à la théorie du cercle. Cours d'un an.
> – *Deuxième classe de mathématiques* : Théorie des racines, l'essentiel de la loi binomiale, suite de la planimétrie, stéréométrie. Cours d'un an.
> – *Première classe de mathématiques* : Trigonométrie plane et sphérique, théorie des équations supérieures, théorie des lignes courbes ; éléments de calcul différentiel et intégral appliqués aux lignes courbes. Cours de deux ans. » [133]

Pour comprendre comment Lindemann, qui est pourtant recteur du *Gymnasium* de Zittau, peut formuler deux propositions aussi contradictoires, il faut garder à l'esprit la vision des mathématiques qui est alors répandue chez de nombreux philologues. Même ceux qui sont favorables à son enseignement sont persuadés qu'il ne s'agit pas d'une matière aussi

132. Voir la lettre du 14 mars 1835 de Lindemann au ministère, Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11283, pp. 183r-184r : « *Ich wage es nun die unterthänigste Bitte auszusprechen, daß mein Name dabei nicht genannt werde, weil ich wohl fühle, wie unvollkommen der Entwurf ist* ».

133. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11289, §11 (acte non paginé) : « *Mathematische Classen. Vierte mathematische Classe : Elemente der reinen Zahlenwissenschaft durch die vier Species und Bruchrechnung (Decimalbrüche mit eingeschlossen) rein wissenschaftlich als Buchstabenrechnung (Algebra) Einjähriger Cursus. Dritte mathematische Classe : Die Lehre von den Potenzen, soweit nöthig, von den Proportionen, Progressionen, Logarithmen, Gleichungen des ersten Grades nebst Anleitung zur Auflösung von Gleichungen des Zweiten Grades, hierauch Planimetrie etwas bis zur Lehre vom Kreise, Einjähriger Cursus. Zweite mathematische Classe : Die Lehre von den Würzelgrößen und Würzeln, das Wesentliche des binomischen Gesetztes, Fortsetzung der Planimetrie, Stereometrie. Einjähriger Cursus. Erste mathematische Classe : Ebene u. sphärische Trigonometrie, Theorie der Gleichungen der höheren Grade, Lehre von den krummen Linien ; Elemente der Differential- und Integral-Rechnung auf die Krummen Linien angewandet. Zweijähriger Cursus.* ».

complexe et subtile que les langues anciennes. Ils croient à l'existence d'une méthode générale dont l'acquisition garantit une compréhension totale et la capacité à résoudre instantanément chaque difficulté particulière.

Les nombreuses réponses des recteurs sont naturellement très critiques envers ce programme. À l'École d'État de Meißen, l'enseignant de mathématiques, Carl Gustav Wunder (1793-1850), enseigne depuis 1826 et a publié de nombreux manuels scientifiques : il connaît donc parfaitement le niveau de l'enseignement en Saxe [134]. Wunder s'oppose en particulier à l'inclusion du calcul différentiel et intégral, mais juge plus généralement le contenu du plan trop complet pour être assimilé par un élève moyen : « il faut familiariser jusqu'à un certain point avec les éléments [de mathématiques] tous les élèves, et pas seulement ceux qui possèdent un goût et un talent particulier pour cette science » [135]. Les recteurs des écoles de Leipzig et Zwickau partagent cette crainte que la plupart des élèves ne puissent suivre ce programme, ou bien appliquent les enseignements de manière mécanique sans les comprendre.

Drobisch envoie au ministère une longue lettre critiquant le programme de Lindemann. Évoquant le consensus hérité du siècle précédent, il affirme l'existence d'une différence essentielle entre les mathématiques élémentaires et les mathématiques supérieures, qu'il faut exclure de l'enseignement secondaire. Selon lui, « le calcul différentiel et intégral fait indiscutablement partie d'un champ tout à fait nouveau » [136]. Il laisse entendre que le rédacteur anonyme ne connaît pas vraiment les mathématiques, et écrit au ministère que « l'auteur n'a sans doute pas eu une idée claire de l'étendue de la partie des hautes mathématiques qu'il veut voir enseignée dans la première classe de mathématiques » [137]. S'il juge le programme des autres classes plutôt correct - pourvu bien sûr qu'un plus grand nombre d'heures soit alloué à la discipline -, il suggère néanmoins d'enlever l'ensemble du calcul différentiel et intégral ainsi que l'étude des équations supérieures.

Dans ces conditions, il est peu surprenant que la conférence organisée durant l'été 1835 n'aboutisse à aucune décision dans le domaine des mathématiques. Les contributions envoyées à cette occasion par les enseignants et professeurs de cette discipline au ministère montrent néanmoins leur volonté de s'impliquer dans les réformes. C.G. Wunder écrit une lettre intitulée *Quelques remarques sur l'enseignement des mathématiques dans les écoles classiques* (*Einige Bemerkungen über den Unterricht in der Mathematik an Gelehrtenschu-*

134. Voir sa notice biographique p. 526.

135. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11289-1, p. 14v : « *Nicht bloß die Schüler, welche zu dieser0 Wissenschaft besondere Neigung und besonderes Talent haben, sondern alle Schüler sollen in der Anfangsgründen derselben auf einen gewissen Punkt vertraut gemacht werden* ».

136. Drobisch, 1832, p. 83 : « *Differential- und Integralrechnung aber liegen ohnstreitig in einem ganz neuen Felde* ».

137. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11289-1, p. 23 : « *dessen Urheber schwerlich von der Ausdehnung der Theilen der höhern Mathematik, die er in der ersten mathematischen Klasse gelehrt wissen will, klare Begriffe gehabt hat.* »

len), tandis que Drobisch fait parvenir des *Avis et suggestions concernant l'enseignement des mathématiques dans les écoles classiques* (*Ansichten und Vorschläge, den mathematischen Gymnasialunterricht betreffend*), auquel il joint un projet de programme. Il demande notamment au moins quatre heures de cours hebdomadaires et une réforme des méthodes d'enseignement qui abandonne la classique présentation euclidienne. Ces suggestions sont reprises dans un document interne du ministère rédigé par Schulze en 1838, dans lequel il réaffirme « l'importance de l'enseignement mathématique dans les écoles secondaires classiques » [138]. À la fin des années 1830, le ministère se contente cependant d'affirmer que « dans la série des matières à enseigner, les mathématiques se trouveront désormais directement après les langues anciennes » [139]. Aucune mesure concrète n'est prise, si bien que le contenu des enseignements continue à être déterminé par chaque établissement.

Unifier les programmes de mathématiques des écoles secondaires classiques : G.J. Hofmann rouvre le débat

En 1842, un jeune enseignant de mathématiques fait parvenir au ministère un rapport dans lequel sont minutieusement décrites les différences entre le niveau d'enseignement des différents établissements saxons [140]. Georg Julius Hofmann (1812-1849), né à Dresde, étudie à l'Académie des mines de Freiberg de 1831 à 1835. Il fait donc partie d'une nouvelle génération de mathématiciens, d'une part car il a pu bénéficier à la *Bergakademie* d'un enseignement mathématique de haut niveau, et d'autre part car il est nommé au *Gymnasium* de Freiberg en 1836, c'est-à-dire après la prise de contrôle partielle du ministère sur l'enseignement secondaire [141]. Au fil des années, il constate que la réforme n'a pas abouti et que les différentes écoles restent très hétérogènes. Pour s'en assurer, il contacte en 1842 personnellement tous ses collègues pour s'informer précisément des conditions d'enseignement en mathématiques, du nombre d'heures et du contenu des programmes, et tire de ce questionnaire le constat de l'échec de la conférence de 1835 [142].

La différence la plus remarquable entre les établissements est le nombre d'heures

138. Les contributions de Wunder, Drobisch et Schulze se trouvent dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, respectivement pp. 1r-8r, pp. 10r-27v et pp. 28r-35r, « *die Wichtigkeit des mathematischen Unterrichts auf gelehrten Schulen* ».

139. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 38r : « *in der Reihe der Unterrichtsgegenstände die Mathematik künftig unmittelbar nach den alten Sprachen kommen* ».

140. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, pp. 38r-44v, rapport du 30 août 1842, *Die Verschiedenheit des mathematischen Unterrichts auf den Gymnasien betreffend*.

141. Voir sa notice biographique p. 504.

142. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 38r : « *Sieben Jahre sind seit dieser Zeit vergangen, ohne daß bis jetzt die wohlmeinende Absicht des Hohen Ministerii und der Beschluß aller damals versammelten Rektoren der gelehrten Anstalten Sachsens in Bezug auf den mathematischen Unterricht überall durch- und ausgeführt worden wären.* »

consacrées à la discipline [143]. Le *Gymnasium* de Freiberg dans lequel Hofmann enseigne est l'un des plus favorisés puisque chacune des quatre dernières classes reçoit quatre heures de mathématiques par semaine. Un élève obtenant son certificat de maturité est censé maîtriser en arithmétique les équations supérieures et des éléments d'analyse combinatoire, en géométrie la théorie des sections coniques ainsi que la trigonométrie sphérique. Si les élèves des écoles de Zwickau, Grimma et Meißen ont pour chaque classe entre 3 et 4 heures de mathématiques hebdomadaires, certains établissements n'y consacrent en moyenne que 2 heures par classe. L'école d'Annaberg réunit ses élèves et n'assure pour tout l'établissement que deux groupes de mathématiques qui sont proposés chacun deux heures par semaine. Le programme y est par conséquent très limité : « arithmétique : calcul littéral. Extraction de racines carrées et cubiques. Équations du premier degré. géométrie : toute la planimétrie » [144]. Cette différence de niveau entre établissements est un problème spécifique aux mathématiques qui ne se retrouve pas dans les autres matières. Selon Hofmann, la seule solution pour améliorer la situation est d'envoyer un enseignant faire le tour des établissements pour faire un bilan détaillé, avant de lui faire rédiger un programme commun obligatoire. La réponse du ministère explique poliment, mais fermement, qu'un tel projet n'est pas à l'ordre du jour [145].

Bien que décidé à réformer l'enseignement des mathématiques, Hofmann comprend qu'il est toujours impossible de réformer l'école classique saxonne. Il adresse alors à la première chambre du parlement une lettre ouverte demandant la création d'un nouveau type d'établissement, le *Realgymnasium*, où les sciences seraient enfin au premier plan [146]. Il y explique notamment que l'unité de l'enseignement secondaire classique ne correspond pas à l'organisation de la science :

> « Les citoyens scientifiquement formés, ceux que l'on appelle parfois *Gelehrte*, pourraient être convenablement divisés en deux classes, à savoir celle qui a choisi comme objet de ses efforts le monde moral au sens le plus étendu du terme, comme les juristes, les théologiens, les chercheurs scientifiques et les enseignants, et d'autre part celle qui a choisi la nature comme objet de ses efforts. » [147]

143. Un tableau présentant le nombre d'heures hebdomadaires dans chacune des écoles secondaires classiques de Saxe figure dans Morel, 2013b.

144. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 41v : « *Arithmetik : Buchstabenrechnung. Ausziehen der Quadrat und Cubikwurzeln. Gleichungen des ersten Grades. Geometrie : die ganze Planimetrie* ».

145. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 45r. La réponse est tout de même signée du ministre E. von Wietersheim en personne.

146. Il reprend ainsi, sans le nommer directement, un projet proposé en 1834 par Snell (voir ci-dessus p. 369).

147. Landtags-Acten, 1843a, pp. 241-242 : « *Die wissenschaftlich gebildeten Staatsbürger oder die sogenannten Gelehrte könnten füglich in zwei Classen getheilt werden, nämlich solche, welche die moralische Welt im weitesten Sinn des Worts zum Gegenstand ihrer Bestrebungen gewählt haben, als Juristen, Theologen, Wissenschaftsforscher, Lehrer, und in solche, welche die Natur zum Gegenstand ihrer Bestrebungen gewählt haben.* »

C'est cette seconde catégorie qui nécessite selon lui la création d'une nouvelle institution, et il donne comme exemples de métiers l'ensemble du domaine marchand supérieur, de la banque à la chimie, ainsi que l'administration et la carrière militaire. Il précise d'emblée que les écoles professionnelles (*Gewerbeschulen*) lui semblent incapables de remplir ce rôle car elles ne donnent pas des citoyens scientifiquement formés (*wissenschaftlich gebildeten Staatsbürger*) mais préparent uniquement les élèves à un métier technique particulier. Selon lui, le *Realgymnasium* doit enseigner principalement les mathématiques et les sciences naturelles, sans pour autant négliger les langues et l'histoire, car celles-ci font partie de la formation générale de toute personne qui veut devenir un *Gelehrte*. Ce nouveau type d'école préparerait les élèves qui veulent intégrer les deux académies de Freiberg et Tharandt, ou encore l'Institut de formation technique de Dresde. L'obtention du certificat de maturité dans cet établissement permettrait également de fréquenter l'université pour y étudier les sciences mathématiques, naturelles et camérales. La réponse de la troisième députation de la première chambre reconnaît la justesse de l'analyse de Hofmann :

> « Le pétitionnaire ne se présente donc pas comme un adversaire de l'éducation secondaire classique existante et reconnaît sa valeur comme préparation pour les sciences universitaires. Il affirme seulement qu'il manque dans notre patrie l'opportunité d'obtenir une seconde éducation scientifique, dont les matières principales seraient les mathématiques et les sciences naturelles.
>
> De manière générale, il est indubitable - maintenant que les mathématiques et les sciences naturelles au sens le plus large sont, tout comme les langues anciennes et l'histoire, l'objet d'une recherche scientifique -, et que les résultats de ces recherches trouvent rapidement des applications pratiques dans le domaine de l'industrie, que la formation scientifique n'est plus une prérogative de ces facultés universitaires, mais devient de plus en plus une sorte de bien commun [*Gemeingut*] de toutes les classes éduquées. L'opportunité de l'obtention de ce qu'il désigne comme second type de formation scientifique est un besoin urgent. » [148]

Nonobstant, la députation n'est pas convaincue que l'opération nécessite la création de nouveaux établissements. Afin de limiter les dépenses, elle recommande plutôt de transformer l'un des *Gymnasium* existant en un *Realgymnasium*. Dans le débat qui a lieu à la première chambre, le ministre von Lindenau reconnaît l'importance de la lettre de Hofmann : « celle-

148. Landtags-Acten, 1843a, p. 251 : « *Petent tritt also nach alle dem nicht als Gegner der bisherigen Gymnasialbildung auf, sondern erkennt ihren Werth als Vorbereitung für die Facultätwissenschaften an und stellt nur die Behauptung auf, daß es in unserm Vaterlande an Gelegenheit fehle, eine zweite, Mathematik und Naturwissenschaften als hauptsächlichen Lehrgegenstand betrachtende wissenschaftliche Bildung zu erlangen.* [*Es*] *unterliegt nun wohl im Allgemeinen keinem Zweifel, daß jetzt, wo Mathematik und Naturwissenschaften im weitesten Umfang eben sowohl wie alte Sprachen und Geschichte Gegenstände wissenschaftlicher Forschungen sind und die Resultate dieser Forschungen schnell practische Anwendung im Gebiet der Industrie finden, auch wissenschaftliche Bildung nicht mehr ein Prärogativ der sogenannten Facultäten ist, sondern immer mehr so zu sagen ein Gemeingut aller gebildeten Stände wird, die Gelegenheit zu Erlangung der eben bezeichneten zweiten Gattung wissenschaftlicher Bildung, ein dringendes Bedürfniß ist.* »

ci me semble digne d'attention dans la mesure où dans un État comme la Saxe, dans lequel l'industrie, le commerce et les manufactures forment une source importante de la prospérité générale, les moyens pour une formation professionnelle [*gewerblichen Bildung*] efficace ne doivent pas manquer. »[149] Bien qu'il défende l'éducation professionnelle contre les philologues, von Lindenau ne suit pas la recommandation de la députation car les moyens existants lui semblent suffisants. Il admet que trop de jeunes gens n'ont qu'une formation pratique et aucune approche théorique, mais pense qu'il suffit d'améliorer les écoles du dimanche et les *Geweberschulen.* Sur le moment, il semble donc que les démarches de Hofmann n'aient pas abouti : aucune mesure n'est prise, ni pour réformer l'école secondaire classique, ni pour créer un *Realgymnasium*[150].

4.3.2 L'évolution des programmes de l'enseignement secondaire classique après la loi de 1846

Une seconde conférence réunissant le ministère de l'éducation et les recteurs des établissements secondaires saxons a lieu du 18 au 20 août 1845, dix ans après la première. Un nouveau programme d'enseignement y est discuté, et il est une fois de plus envoyé pour examen aux différents établissements de l'État. Concernant les mathématiques, le but est d'en faire l'une des matières principales, bien que la formulation soit quelque peu ambiguë : « avec la religion, le principal moyen de formation doit être l'enseignement des langues, c'est-à-dire des langues classiques anciennes, en lien avec l'histoire et les mathématiques. »[151] Il est au moins acquis qu'il faut réduire la durée consacrée à l'enseignement des langues anciennes, « car le but des écoles classiques est une formation humaniste, pas philologique »[152].

Pour apprécier l'importance de ces décisions, il faut rappeler que les philologues les plus radicaux refusent toujours toute concession. En 1846, le recteur de la *Nikolaischule* de Leipzig, Carl Friedrich August Nobbe, continue de nier aux autres disciplines un statut égal à celui des langues anciennes : « dans chaque école, même si elle s'appelle école professionnelle [*Realschule*], le principal moyen de formation est et doit rester la langue, sans quoi les élèves

149. Landtags-Acten, 1843b, vol. 4, p. 1463 : « *Was die Petition des Herrn Hofmann im Besondern betrifft, so scheint mir solche darum beachtenswerth, weil in einem Lande wie Sachsen, wo Gewerbe, Handel und Fabriken eine reiche Quelle des allgemeinen Wohlstandes ausmachen, die Mittel zu einer tüchtigen gewerblichen Bildung nicht fehlen dürfen.* »

150. En 1843, l'école secondaire d'Annaberg est transformée en *Realschule.* Il semble cependant n'y avoir aucun lien avec le projet de *Realgymnasium* de Hofmann, et le niveau y est bien moins élevé.

151. Ministerium, 1847, p. 6 : « *Nächst der Religion soll auch ferner der Unterricht in Sprachen, namentlich den altclassischen, in Verbindung mit Geschichte und Mathematik, hauptsächlichstes Bildungsmittel sein.* »

152. Ministerium, 1847, p. 7 : « *weil die Gelehrtenschule nicht philologische, sondern humanistische Bildung zum Zwecke hat* ».

passent à côté du sens principal de l'école. » [153] La réforme, une fois de plus, suscite plusieurs publications tentant d'influencer le débat, comme celle de H. Köchly qui, aux dires mêmes de l'auteur, « est mise sous presse en toute hâte, pour pouvoir arriver entre les mains des recteurs saxons » avant le début de la conférence [154]. Après avoir candidement reconnu qu'il ne comprend rien aux mathématiques, il met néanmoins les recteurs en garde : « je ne veux répéter ici qu'une seule chose : que l'on ne fixe pas trop haut les exigences en arithmétique et en géométrie » [155].

Hofmann écrit lui aussi au ministère afin d'expliquer que le programme proposé part certes d'une bonne intention, « mais il semble pourtant presque que les exigences aient été *fixées trop haut* en comparaison de l'étendue que l'on envisage de donner à cette science » [156]. Le ministère de l'éducation s'est en effet contenté de reprendre le plan envoyé par Lindemann en 1835, qui faisait une large place aux mathématiques supérieures. Hofmann critique ce plan pour n'être tout simplement pas réaliste puisque « les programmes des *Gymnasien* saxons révèlent qu'aucun d'eux ne mène ses élèves aussi loin en mathématiques qu'il n'est exigé » [157]. Après avoir renvoyé aux publications de Drobisch, il demande à ce que toute ordonnance officielle soit précédée d'une consultation spécifique des enseignants de mathématiques concernés. Cette double mise en garde, de la part des philologues comme de la part des mathématiciens, explique pourquoi la loi du 7 décembre 1846 est aussi vague concernant les programmes de mathématiques et de sciences naturelles.

Pour le gouvernement, le but de la réforme est avant tout de s'assurer d'une part un contrôle total sur l'enseignement secondaire et d'autre part une unification effective des programmes des écoles. Concrètement, le ministère de l'éducation publie le 27 décembre une « prescription pour les écoles savantes du royaume de Saxe » [158], s'arrogeant ainsi le contrôle du contenu des matières, puisque les programmes doivent lui être communiqués à l'avance (§12) et qu'il se réserve le droit d'assister aux examens (§13). Il obtient aussi le droit de mutation des enseignants d'une école classique à l'autre (§26). L'organisation des établissements est standardisée, chacun devant être composé de quatre classes (*Quarta*,

153. Nobbe, 1846, *Schulnachrichten*, p. 6 : « *In jeder Schule, mag sie selbst Realschule heißen, wird das Hauptbildungsmittel die Sprache sein und bleiben müssen, wenn die Schüler ihren Schulzweck nicht verfehlen sollen.* »

154. Köchly, 1846, p. iii : « *in grösster Eile zum Druck befördert, um noch in die Hände der sächsischen Rectoren zu kommen* ».

155. Köchly, 1846, p. 79 : « *Nur das Eine will ich hier wiederholen : möge man die Anforderungen in Arithmetik und Geometrie nicht zu hoch stellen* ».

156. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 46v : « *so scheint es doch fast, als wenn die Anforderungen im Verhältniß der Ausdehnung, die man dieser Wissenschaft zu geben beabsichtigt,* zu hoch aufgesetzt *wären* ». C'est Hofmann qui souligne.

157. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 47r : « *Aus den Programmen der sächsischen Gymnasien läßt sich aufweisen, daß keines derselben seine Schüler in der Mathematik so weit führt als es verlangt wird* ».

158. *Regulativ für die Gelehrtenschulen im Königreich Sachsen*, voir Ministerium, 1847. On trouve le texte de 1846 compilé avec les deux décrets de 1847 dans Schreyer, 1852, pp. 96-122.

Tertia, *Secunda* et *Prima*) auxquelles s'ajoutent les deux classes du *Progymnasium* (*Sexta* et *Quinta*).

Un examen obligatoire est instauré pour passer du *Progymnasium* au *Gymnasium* : en mathématiques, il faut ainsi « avoir obtenu en arithmétique dextérité et sûreté dans les éléments habituels et leur application pratique jusqu'à la règle de trois avec nombres entiers ou fractions, [...] en géométrie il faut avoir pris connaissance de ce que l'on appelle la conception des formes ou conception géométrique. »[159] Des examens semestriels sont mis en place qui comportent systématiquement une épreuve écrite de mathématiques (pour le *Progymnasium*, il s'agit d'une épreuve de calcul et de conception des formes). Ce système de notation doit permettre de contrôler quels élèves possèdent le niveau nécessaire pour passer d'une classe à l'autre, puis dans l'enseignement supérieur. Autre nouveauté, les écoles classiques préparent désormais aussi bien à l'université qu'aux instituts techniques (§25). L'existence d'examens et de notes minimales est favorable aux mathématiques puisqu'il n'est dès lors plus possible - du moins en théorie - de se désintéresser d'une matière en particulier.

Cette loi marque une transformation importante de l'organisation matérielle de l'enseignement secondaire. Le système d'enseignement par matière (*Fachklassensystem*) disparaît des textes au profit d'un système d'enseignement par classes d'âge (*Jahrgangsklassensystem*)[160]. Cela signifie en pratique qu'il n'est plus possible pour un établissement complet, qui compte six classes, de regrouper les élèves et de se contenter de trois classes de niveau en mathématiques ; le problème des classes de sciences surchargées est ainsi partiellement résolu. Le volume horaire consacré à la discipline augmente sensiblement, puisque le programme d'étude prévoit que lui soient attribuées 4 heures par semaine dans les classes du *Gymnasium*, ainsi que 3 et 4 heures hebdomadaires de « calcul général et de conception géométrique »[161] dans les deux classes du *Progymnasium*. Les enseignements scientifiques connexes ne sont pas oubliés, notamment la physique (2 heures hebdomadaires en *Prima* et *Secunda*), la géographie (2 heures dans les classes restantes) et l'histoire naturelle (2 heures dans chaque classe). Si nous considérons l'emploi du temps dans son ensemble, on constate que sur un total compris entre 32 et 36 heures hebdomadaires, les mathématiques représentent maintenant plus de 10% du temps d'étude, et près d'un quart si l'on compte les disciplines associées.

159. Voir Schreyer, 1852, p. 103, §44 : « *in der Arithmetik Fertigkeit und Sicherheit in den gewöhnlichen Elementen und deren praktischen Anwendung bis zur einfachen Regel de Tri mit ganzen und gebrochenen Zahlen erlangt haben* [...] *in Bezug auf Geometrie mit der sogenannten Formen- oder geometrischen Anschaungslehre bekannt ist.* »

160. Schreyer, 1852, p. 102, §37 : « *Der Unterricht ist nicht nach Fachabtheilungen, sondern nach dem Classensytem zu geben, so daß jeder Schüler an allen Gegenständen des Unterrichts, welchen seine Classe erhält, Theil zu nehmen hat, und denselben mit Nutzen zu empfangen befähigt sein muß.* » Le système d'enseignement par matières ne peut temporairement perdurer qu'à titre d'exception (*ausnahmsweise*).

161. Schreyer, 1852, §41 : « *gemeines Rechnen und geometrische Anschaugslehre* ».

L'établissement du programme de mathématiques dans les écoles secondaires classiques de 1847

Malgré cela, le contenu des programmes de mathématiques et de sciences naturelles figurant dans la loi de 1846 reste flou, condensé en une page et demie. Le ministère semble avoir renoncé à fournir des détails suite aux vives critiques du projet de 1845. Il reprend alors la proposition d'une inspection générale suggérée par Hofmann dans son rapport de 1842. Le ministre prend contact dès le 15 décembre 1846 avec Drobisch afin de le « charger d'une révision de cette branche de l'enseignement dans les différents *Gymnasien* » [162], lequel accepte de visiter l'ensemble des écoles classiques de l'État puis de produire des rapports détaillés au ministère. Il est choisi non seulement parce qu'il est le professeur de mathématiques de l'université de Leipzig, mais également car il adopte dans ce débat une position modérée. Il ne prône pas la disparition des langues anciennes, qu'il juge nécessaires à la formation de l'esprit, et se contente d'insister dans sa lettre d'acceptation sur « la puissance de formation formelle reconnue des mathématiques, qui est si particulière qu'elle ne peut trouver d'équivalent ni dans la grammaire ni dans les exercices de langues » [163].

En mai 1847, Drobisch fait parvenir au ministère deux rapports conséquents : le premier détaille l'état actuel des disciplines scientifiques en Saxe, tandis que le second fournit une liste de suggestions pour améliorer leur enseignement [164]. Cette revue des écoles saxonnes nous permet d'obtenir un aperçu détaillé non seulement des contenus mais également des conditions matérielles d'enseignement. Drobisch y consigne la durée hebdomadaire des cours, le programme, les manuels utilisés, ainsi que la personnalité de l'enseignant, son salaire, la méthode qu'il utilise et le niveau des élèves qu'il a pu lui-même observer. Dans un premier temps, il se déclare globalement soulagé par ce panorama :

> « Il manque encore certes parfois du matériel et du personnel d'enseignement ; cependant, je me réjouis de devoir reconnaître que je n'ai pas trouvé le moindre enseignant incompétent dans ces disciplines, mais que certains étaient au contraire bel et bien très habiles et appliqués. » [165]

---

162. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 50r : « *mit einer Revision dieses Unterrichtszweiges in den verschieden Gymnasien zu beauftragen* ».

163. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 58r : « *die anerkannte formale Bildungskraft der Mathematik, die eine so eingenthümliche ist, daß sie weder in der Grammatik noch in den Sprachübungen einen Ersatz finden kann* ».

164. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512. Le premier rapport est intitulé *Revision des mathematischen, physikalischen und philosophisch-propädeutischen Gymnasial Unterrichts* et se trouve pp. 94-137, tandis que le second, intitulé *Vorschläge des Professors Drobisch zur Förderung des mathematischen und philosophisch-propädeutischen Gymnasialunterricht*, se trouve pp. 138-161. Drobisch précise cependant qu'il n'a pu inspecter les établissements de Dresde, mais tous les autres comptes rendus sont rassemblés.

165. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 95v : « *Freilich fehlhen zum Theil noch die Lehrmittel und Lehrkräfte ; doch freue ich mich bekennen zu müssen, daß ich nicht einen einzigen untüchtigen Lehrer der wahrgennanten Wissenschaften,*

Drobisch exprime ici son soulagement que les nominations, jusque-là assez peu contrôlées par le ministère, n'aient pas abouti au recrutement d'enseignants incapables de remplir leurs fonctions. Mais la situation générale de la discipline est selon lui encore loin d'être satisfaisante. Sa première critique porte sur le salaire des enseignants qu'il juge à plusieurs reprises tout simplement indigne (*unwürdig*). Wilhelm Jahn (1809- ?), enseignant à Plauen depuis 1844, gagne ainsi à peine 375 talers chaque année alors qu'il enseigne 25 heures par semaine [166]. La question du salaire a des conséquences néfastes sur la qualité des cours. Plusieurs enseignants sont contraints de travailler dans d'autres établissements, comme F.E. Thieme, qui est chargé à la fois du *Gymnasium* et de l'École professionnelle de Plauen. Pour éviter ce type de situations, Drobisch propose d'instaurer un salaire minimum de 500 talers pour les enseignants de mathématiques [167]. Mais le point le plus important qui ressort de son rapport est le manque d'unité dans les méthodes d'enseignement. Il cite l'exemple de Johann Christoph Hohlfeld (1782-1854), qui a étudié la théologie à l'université de Wittenberg et enseigne à la *Nikolaischule* de Leipzig : « son éducation mathématique appartient cependant à une période antérieure de la science, ce qui se manifeste dans son aversion contre l'emploi de l'algèbre en géométrie » [168]. Pour d'autres enseignants plus jeunes, il note un manque de formation pédagogique, comme Georg Friedrich Theodor Koch (1804- ?) à Bautzen, qui « souffre des idiosyncrasies propres aux autodidactes » [169], ou de nouveau F.E. Thieme qui accorde trop d'importance aux « subtilités logiques » et à la philosophie des mathématiques.

Un dernier type de critiques concerne le manque de respect des décrets ministériels. Dans plusieurs établissements, le nombre d'heures consacrées aux sciences est inférieur aux prescriptions, et les notes de mathématiques sont trop souvent ignorées dans le cadre de l'examen de maturité. Parmi ses propositions, Drobisch demande que les mathématiques soient systématiquement prises en compte dans les examens, non seulement pour l'entrée à l'université, mais plus généralement pour le passage d'une classe à la suivante. Il recommande d'impliquer davantage les enseignants à la fois dans la vie de l'établissement et dans des activités de recherche. Cela passe pour lui par une participation plus fréquente à l'écriture des mémoires scientifiques accompagnant les programmes scolaires : « il serait donc bon que ces enseignants aient moins rarement qu'actuellement l'occasion d'écrire un programme et obtiennent par là la possibilité de donner des preuves de leurs efforts scientifiques conti-

---

wohl aber einige sehr geschickte und eifrige gefunden habe. »

166. Voir sa notice biographique p. 505.

167. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 144v.

168. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 96v : « *Seine mathematische Bildung gehört aber einer früheren Periode der Wissenschaft, was sich namentlich in seiner Abneigung gegen den Gebrauch der Algebra in der Geometrie zeigt* ». Voir sa notice biographique p. 504.

169. Voir sa notice biographique p. 506.

nus. »[170]

La plupart de ces recommandations sont intégrées au rapport rédigé par Schulze pour le ministère. Elles servent ainsi de base aux deux décrets du 28 et 29 octobre 1847 qui vont régir le contenu et la méthode d'enseignement des mathématiques[171]. Le ministère souligne d'ailleurs en publiant ces textes qu'ils ont été écrits « avec les conseils de connaisseurs et d'enseignants expérimentés de la discipline »[172]. La position des mathématiques en sort considérablement renforcée, le décret du 28 octobre insistant à trois reprises sur le caractère nécessairement scientifique de leur enseignement dans les écoles classiques.

La répartition des quatre heures hebdomadaires repose sur la vision classique des mathématiques élémentaires héritée du XVIIIe siècle, à savoir une stricte égalité entre arithmétique et géométrie. La nécessité de construire des contenus d'enseignement d'un semestre indépendant[173] entraîne l'apparition de modules et sépare par exemple en arithmétique l'étude des équations de celle des suites ou de l'analyse combinatoire. Le contenu du programme pour les quatre classes du *Gymnasium* est reproduit dans l'annexe J. L'essentiel de la *Quarta* - première classe du *Gymnasium* - est consacré à la révision et à l'application des méthodes de calcul et des savoirs géométriques. Le niveau général exigé est raisonnable puisqu'il culmine par exemple en *Prima* avec l'étude des équations du second degré et l'introduction de l'étude des équations de degrés supérieurs en arithmétique. La géométrie inclut des éléments de géométrie analytique et de sections coniques, mais la trigonométrie sphérique n'est traitée que si le temps le permet.

S'il représente une nette amélioration qualitative par rapport au précédent règlement publié trois-quarts de siècle auparavant, ce programme est loin de correspondre aux attentes des professeurs les plus ambitieux. Puisqu'il est rédigé en étroite collaboration avec Drobisch, nous pensons qu'il représente un compromis, c'est-à-dire le maximum qu'il est à l'époque politiquement possible d'exiger de l'ensemble des établissements en Saxe. Certains *Gymnasien* dépassent déjà largement ces prescriptions ; les enseignements prévus pour la classe de *Prima* sont ainsi clairement en-dessous du niveau des enseignements de la classe de *Secunda* du *Gymnasium* Vizthum de Dresde ou du *Gymnasium* de Freiberg, qui possèdent il est vrai

170. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, p. 145v : « *Auch wäre es gut, wenn diese Lehrer weniger selten als jetzt ein Programm zu schreiben hätten und dadurch Gelegenheit erhielten, Proben von ihrem wissenschaftlichen Weiterstreben zu geben.* »

171. Le rapport de Schulze se trouve dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11512, pp. 170-202.

172. Schreyer, 1852, p. 114 : « *unter dem Beiräthe sachverständiger Männer und erfahrener Fachlehrer* ». Pour le second décret, qui concerne les sciences naturelles, le ministère adopte une approche différente. Dès novembre 1846, il charge trois sociétés de sciences naturelles, la faculté de philosophie de l'université de Leipzig et un comité de savants d'examiner un document provisoire qu'il a rédigé (*Über den Unterricht in den Naturwissenschaften auf Gelehrtenschulen*). Les comptes rendus, ainsi que les délibérations des différentes réunions ont été publiés (voir Reichenbach et Richter, 1847).

173. Puisque chaque classe de trois semestres comporte un tiers de révision, il est toujours possible d'intervertir l'ordre des enseignements.

un niveau particulièrement élevé [174]. Outre la nécessité d'un compromis avec le mouvement philologique conservateur, encore puissant en Saxe, il existe une seconde explication à la relative limitation du niveau d'enseignement. L'une des avancées majeures de la réforme est la prise en compte des mathématiques comme parcours à part entière que l'on peut poursuivre à l'université, puisqu'il est possible depuis les années 1830 de suivre un cursus spécialisé en sciences à Leipzig.

Mais M.W. Drobisch, en dépit de son implication dans le développement de la discipline, possède une vision étroite du contenu des mathématiques élémentaires, dont il exclut en particulier l'analyse et le calcul infinitésimal. Ce choix sert par ricochet de borne supérieure à ce qu'il est possible d'enseigner dans le secondaire. Bien que l'existence d'un cursus de mathématiques à l'université de Leipzig ait été un argument pour justifier la hausse du niveau d'enseignement dans les écoles secondaires classiques, elle se révèle de manière presque paradoxale un frein à son essor dans les années 1840. Un dernier élément important, cette fois positif, est la réhabilitation dans ce décret du travail personnel en mathématiques. Celui-ci était jusque-là déconseillé, encadré et parfois interdit afin de réserver le temps d'étude personnelle au latin. À partir de 1847, ce débat est clos :

> « Les heures d'enseignement proprement dites ne doivent naturellement donner à l'élève que des instructions pour apprendre ; il va de soi que, si le cours de mathématiques doit porter les fruits désirés, l'élève doit également consacrer en dehors de ces heures une partie du temps qui lui est laissé libre à l'étude des mathématiques. La question est uniquement de savoir comment diriger au mieux le zèle des élèves. » [175]

Le mouvement de réforme ne se limite cependant pas à la loi de 1846 et aux décrets de l'année suivante. Il faut aussi mentionner la modification graduelle de l'examen de maturité, qui inclut progressivement « un double thème mathématique où l'on doit donner l'opportunité d'utiliser aussi bien la partie arithmétique que la partie géométrie de l'enseignement reçu. » [176] Afin de s'assurer que ses ordres sont bien exécutés, le ministère demande en 1848 à toutes les écoles secondaires classiques de lui communiquer les résultats des examens, avec

174. Voir par exemple le programme de Dresde dans Meyer, 1847, p. 77 et p. 85. Il est intéressant de constater que ce programme contient deux mémoires scientifiques : un article sur les fonctions elliptiques et un discours d'un professeur de philologie sur l'« importance des langues anciennes pour l'éducation de la jeunesse » (*Die Bedeutung der Alterthumstudien für die sittliche Ausbildung der Jugend*), pp. 45-60.

175. Schreyer, 1852, p. 119 : « *Die eigentlichen Lehrstunden sollen natürlich dem Schüler nur Anleitung zum Lernen geben ; es versteht sich daher von selbst, daß, wenn der mathematische Unterricht die gewünschten Früchte tragen soll, der Schüler auch außer jenen Lehrstunden einen Theil der zur Selbstbeschäftigung ihm frei gelassenen Zeit auf das Studium der Mathematik verwenden muß. Es fragt sich nun, wie dieser Privatfleiß der Schüler am Erfolgreichsten zu leiten sei.* »

176. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11472, p. 83r : « *Ein doppeltes mathematisches Thema, worin Angelegenheit zur Anwendung sowohl des arithmetischen, als des geometrischen Theils des empfangenen Unterrichts zu geben ist.* »

une rétroactivité de trois ans [177].

L'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires classiques : la Saxe dans l'espace germanophone

Au milieu du XIXe siècle, le contenu des enseignements de mathématiques est donc en Saxe assez semblable à celui en vigueur en Prusse, qui est alors l'État le plus avancé d'Allemagne [178]. La dynamique est cependant tout à fait différente, puisque l'enseignement saxon a stagné durant le premier quart du siècle avant de connaître un essor soudain à partir du milieu des années 1830. En Prusse, les réformes sont plus précoce, et un palier est atteint dans les années 1820 et 1830 ; les coniques et la géométrie analytique sont alors couramment enseignées. À partir de 1834, un nouveau règlement encadrant l'examen de maturité (*Abitur*) exclut ces éléments. La séparation entre un enseignement en calcul, en *Sexta* et *Quinta*, et un enseignement scientifique en mathématiques, réapparaît elle aussi à la fin des années 1820.

Le recul des mathématiques est décidé par Berlin sous l'influence de la Saxe, ce qui est assez ironique si l'on considère que la Prusse est souvent citée en exemple dans les débats saxons. Plus précisément, le gouvernement agit suite aux protestations des recteurs de la « province saxonne », c'est-à-dire de la partie annexée suite à la victoire prussienne de 1815. Leur réunion en 1833 leur permet de peser sur la réforme adoptée l'année suivante et de restreindre l'enseignement des sciences exactes et naturelles. Selon G. Schubring, « si le "soulèvement" en Saxe [partie annexée] a au fond amené une amélioration de la méthode, le nouveau règlement de l'examen de maturité de 1834 fut utilisé pour valider une réduction du contenu. » [179]

Le deuxième quart du siècle voit au contraire des progrès significatifs en Saxe, dans le contrôle gouvernemental et l'insistance sur l'utilité des mathématiques pour la formation générale. Dans le même temps se produit une réduction relative en Prusse sous la pression des philologues de la province saxonne pour arriver, malgré des dynamiques très différentes, à des programmes similaires. Dans les autres États allemands, la situation est contrastée, et la hausse globale du niveau masque des spécificités régionales fortes. En Hesse, les mathématiques stagnent à un niveau peu élevé et leur enseignement est même réduit dans les années 1840, suite aux efforts des philologues. Cet État nous donne donc une idée de ce qui aurait pu arriver en Saxe si l'humanisme traditionnel y avait prévalu. Le gouvernement décide en particulier en 1843 de limiter la durée d'enseignement des sciences exactes et d'exclure les

177. La demande des relevés d'examen se trouve dans Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11472, pp. 247r-247v.

178. Pour une description du contenu des programmes d'enseignement en Prusse, voir Schubring, 1991 [1983], en particulier *5.5. Die "Grenzen" des Gymnasialunterrichts*, pp. 60-65.

179. Schubring, 1991 [1983], p. 64 (notre traduction).

équations du second degré du programme d'enseignement [180]. En Bavière, les mathématiques occupent une position très importante pendant la période napoléonienne, notamment sous l'influence du modèle français, de 1805 à 1816. Une longue période de réaction suit, lors de laquelle de nombreux enseignants sont licenciés et l'enseignement est limité à la portion congrue avec une heure hebdomadaire. Il y faut attendre une réforme en 1854 pour que d'une part les mathématiques occupent de nouveau une place importante, et d'autre part la présentation euclidienne traditionnelle soit abandonnée pour des méthodes plus modernes [181]. L'enseignement secondaire classique est fortement déterminé par la politique scientifique locale de chaque État allemand, comme en témoigne la question de la formation des enseignants de mathématiques.

180. Voir ainsi Kesper-Biermann, 2001, pp. 257-258 et pp. 274-275, ainsi que Schubring, 2012, pp. 530-531.

181. Sur la Bavière, voir Schubring, 2012, p. 528. Une présentation plus détaillée des réformes bavaroises, sous l'influence de Friedrich Thiersch (1784-1860), se trouve dans Paulsen, 1885, pp. 651-664.

4.4 Formation des enseignants et méthode d'enseignement des mathématiques

La question d'une formation pour les enseignants de mathématiques ne devient en Saxe un sujet public que très progressivement, tandis que l'idée d'un examen pour les professeurs est encore plus tardive. Jusqu'à la fin du premier tiers du XIX^e siècle, le modèle d'enseignement dominant était celui de l'enseignement global (*Gesamtunterricht*), dans lequel chaque enseignant principal (*Hauptlehrer*) est responsable d'une classe. Dans ce cadre, tout enseignant est implicitement un philologue dont le lieu de formation ne peut être que l'université, et plus précisément le séminaire de philologie de l'université de Leipzig. Celui-ci, dirigé dans les années 1830 par G. Hermann, forme des théologiens et des philologues ; l'enseignement s'y focalise sur les langues anciennes et la religion [182]. Il faut rappeler que le terme de « séminaire » recouvre dans l'espace germanophone des réalités variées ; c'est à l'origine un cours ou un ensemble de cours qui visent à délivrer une formation spécifique pour de futurs enseignants des écoles primaires et secondaires [183]. Il ne doit pas être confondu avec le séminaire scientifique, qui apparaît en Prusse dans les années 1830 et vise à introduire des étudiants avancés à l'activité de recherche.

4.4.1 Absence d'une formation spécifique pour les enseignants de mathématiques et sciences naturelles

Au moment où la réforme de l'enseignement commence à être discutée en 1830, la plupart des enseignants des écoles secondaires classiques a étudié à l'université de Leipzig. Ils sont inscrits en théologie et suivent parfois un ou deux cours de mathématiques élémentaires. Contrairement à un séminaire, ces cours n'ont toutefois rien de spécifique ; en particulier, ils ne prennent pas en compte les questions pédagogiques. La place des étudiants de théologie qui se destinent à l'enseignement dans les cours universitaires de mathématiques mérite néanmoins d'être soulignée tant elle est numériquement importante. Sur une période de huit ans entre 1824 et 1831, Drobisch a recensé pour l'ensemble de ses cours 509 inscrits. Ce nombre

182. Voir Krause, 2003, p. 146.

183. Nous n'abordons pas ici la question des séminaires formant les enseignants des écoles primaires (*Schullehrerseminarien*). Ceux-ci sont des institutions situées dans les diverses villes de Saxe, séparées lors des réformes des années 1830 des écoles secondaires (voir le texte de loi du 6 juin 1835 dans Richter, 1840, pp. 399-412, et le complément du 9 juin pp. 412-442). Nous pouvons néanmoins noter que le ministère prend la Prusse comme modèle. Sur ces sujets, nous renvoyons aux archives suivantes : Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11258, en particulier pp. 32-44 et p. 74.

correspond aux inscriptions, et le nombre d'étudiants est donc nécessairement bien inférieur, puisqu'un même individu peut s'inscrire successivement dans plusieurs matières.[184]. Avec 210 inscriptions, soit plus de 41 % du total, les théologiens forment la plus grande partie des effectifs, loin devant les étudiants de mathématiques (128 inscriptions, soit un quart du total).

Ces futurs enseignants du secondaires ne fréquentent le plus souvent qu'un seul cours de mathématiques durant leurs études, afin d'obtenir un panorama rapide de l'ensemble des disciplines scientifiques qu'ils pourront être amenés à présenter à leurs élèves[185]. Les relevés de M.W. Drobisch mettent ce fait en évidence : dans les cours de mathématiques populaires et lors des exposés de vulgarisation, qui ne dépassent souvent pas « les fractions décimales, la règle de trois, le calcul littéral et les équations du premier degré », les théologiens représentent 62 % des inscrits. Dans les cours élémentaires, ils ne représentent plus qu'un peu moins de 41 % des étudiants. Enfin, sur les 106 inscriptions en cours de « mathématiques supérieures », on ne trouve que deux théologiens[186]. Nous pouvons ainsi comprendre le jugement sévère porté par Drobisch sur les futurs enseignants du secondaire : « les théologiens sont généralement poussés par le besoin, pour l'enseignement particulier, de se familiariser avec les mathématiques élémentaires, [mais] seuls deux allèrent au-delà de cette contrainte de la nécessité. »[187]

Un premier séminaire de mathématiques à l'université de Leipzig en 1833 ?

Ce système est peu efficace, puisque les mathématiques sont apprises sans méthode particulière à des étudiants qui n'en connaissent souvent pas même les éléments. Or, pour pouvoir délivrer correctement un cours de mathématiques élémentaires, un enseignant du secondaire se doit de maîtriser non seulement le programme en lui-même, mais également une partie des hautes mathématiques et des mathématiques appliquées. De plus, la politique scientifique de l'État saxon encourage fortement, à partir du début des années 1830, les écoles secondaires classiques à recruter un enseignant spécialisé en mathématiques (*Fachlehrer*). Il est donc nécessaire de mettre en place une formation adéquate sous forme de séminaire. En 1832, Drobisch regrette que « l'on n'ait pas encore soufflé mot d'une pépinière pour enseignants du secondaire en mathématiques, qui bénéficierait du soutien de l'État. Et pourtant il semble que de telles institutions pourraient être créées sans trop de frais. »[188] À

184. Voir Drobisch, 1832, p. 68 et suivantes.

185. Parmi les étudiants de théologie, le nombre de ceux qui n'ont fréquenté qu'un seul cours de mathématiques est donc proche du nombre des inscriptions. Pour le cursus de mathématiques, les chiffres sont de 128 inscriptions pour 24 étudiants : chacun d'eux a donc suivi en moyenne cinq cours différents.

186. Drobisch, 1832, p. 68 : les valeurs sont respectivement 127 sur 205, 81 sur 198 et 2 sur 106.

187. Drobisch, 1832, p. 69 : « *Die Theologen trieb in der Regel das Bedürfniß für den Hauslehrerstand, sich noch mit den Elementen bekannt zu machen, nur 2 gingen* [...] *über diesen Zwang der Nothwendigkeit hinaus.* »

188. Drobisch, 1832, p. 98 : « *Von einer Pflanzschule für Gymnasiallehrer der Mathematik, die sich*

titre personnel, il anime dans ce but depuis 1827 une Société mathématique (*mathematische Gesellschaft*) à l'université de Leipzig [189]. Celle-ci prend la forme d'un cours gratuit de mathématiques élémentaires à l'intention des futurs enseignants qui a lieu le samedi. En l'absence du soutien et d'une reconnaissance de l'État, il semble que le succès n'ait pas été au rendez-vous puisqu'après 1831 la société disparaît des programmes. Elle doit néanmoins avoir continué quelques temps sous une autre forme puisqu'en juillet 1832, on trouve dans le journal de Drobisch l'indication lapidaire : « je ne suis pas très satisfait de la société math[ématique] » [190]. En 1834, elle n'existe plus et il ne semble pas très enthousiaste à l'idée de la reprendre : « que dois-je faire ? [...] Recommencer la société mathématique, pour quelques personnes qui manquent d'énergie et d'esprit ? » [191]

Au début des années 1830, le projet de loi sur l'enseignement secondaire classique prend en compte les remarques de M.W. Drobisch. Une ébauche d'annexe, rédigée par Schulze en 1833, concerne la formation et l'examen des enseignants du secondaire ; le conseiller y reconnaît que « la haute importance du métier et de l'action des enseignants du *Gymnasium* rend nécessaire une sollicitude appropriée pour leur formation » [192]. Il va plus loin et s'appuie sur les propositions de Drobisch pour demander que le système du *Gesamtunterricht* soit abandonné dans le cas des mathématiques :

> « Il est donc indispensable, au moins pour les mathématiques, discipline aussi importante que difficile, et pour quelques autres sciences connexes (sciences naturelles, géographie mathématique et physique, astronomie) d'avoir une personne qui a entrepris spécifiquement l'étude et la présentation de ces matières, et qui s'y est exclusivement consacrée. » [193]

Schulze suggère donc de créer dans les universités des séminaires pour compléter la

der Unterstützung von Seiten des Staates erfreute, hat bis jetzt noch nichts verlautet. Dennoch scheint es, könnten solche Anstalten ohne grosse Kosten ins Leben gerufen werden. » Il aborde en détail l'organisation et les méthodes possibles pour un tel séminaire pp. 99-101.

189. Drobisch, 1832, indique qu'elle est fondée en 1826, mais sa première mention dans le programme de l'université date du semestre d'été 1827. Voir UBL - Vorlesungsverzeichnisse, 1826 et 1827, et l'annexe K, ci-dessous p. 479.

190. UAL - Nachlass Drobisch, *Tagebuch* vol. 3, entrée du 7 juillet 1832 : « *Mit der math. Gesellschaft bin ich nicht ganz zufrieden* ».

191. Neubert-Drobisch, 1902, p. 44 : « *Was soll ich thun ?* [...] *Wieder mathematische Gesellschaft halten für einige Leute, denen es an Geist und Energie fehlt ?* »

192. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11281, *Beilage, die Bildung und Prüfung künftigen, so wie schon angestellten Gymnasiallehrern betreffend*, p. 39r : « *Die große Wichtigkeit des Berufs und der Wirksamkeit der Gymnasiallehrern macht eine wohlberechnete Fürsorge für deren Vorbildung nöthig* ».

193. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11281, pp. 44v-45r : « *So ist wenigstens noch für das eben so wichtig als schwierige Fach der Mathematik und einige andern damit nothwendig zusammenhängende Wissenschaften (der Naturlehre, der mathematischen und physischen Geographie, der Himmelskunde usw.) ein Mann erforderlich, der das Studium und den Vortrag dieser Fächer sich zur besondern Aufgabe gemacht und zu seiner ausschließlichen Bestimmung gesetzt hat.* »

formation classique par des dispositions spécifiques (*besondere Veranstaltungen*) pour chaque matière. Il demande même que les futurs enseignants « soient soumis à un examen, aussi bien du point de vue de leurs connaissances théoriques que de leur talent pour l'enseignement et leur utilité pratique [*Brauchbarkeit*] » [194]. À cette fin, il propose une commission scientifique d'examen installée à l'université de Leipzig afin d'évaluer chaque année les candidats au poste d'enseignant : « une commission d'examination particulière doit être instaurée, d'après ce qu'ont fait d'autres États (Prusse, Würtenberg), sous le nom de "commission scientifique d'examen", à l'université de Leipzig - car il n'y a que là [qu'on trouve] le personnel nécessaire » [195]. Cette idée d'un examen spécifique aux sciences mathématiques, incluant la physique, la géographie et l'histoire naturelle est toutefois abandonné lors du rejet de la loi sur l'éducation en 1834.

Malgré ce premier échec, le projet de créer un séminaire de sciences exactes et naturelles à l'université de Leipzig suit son chemin. Le ministre de l'éducation Müller contacte le professeur de chimie Otto Limmé Erbmann (1804-1869) en décembre 1833 et lui demande un plan d'enseignement détaillé [196]. Le ministère contacte ensuite la faculté de philosophie, qui suggère d'étendre considérablement le plan de Erbmann. Heinrich Wilhelm Brandes, professeur de physique, commence par souligner que Drobisch « a déjà depuis longtemps, sans beaucoup parler de ses efforts, rendu de grands services pour la formation des enseignants de mathématiques » [197]. Il propose ensuite un plan complet de séminaire pour les mathématiques et les sciences naturelles :

> « §1. Le but du séminaire est de former des enseignants de sciences mathématiques et physiques pour toutes les écoles dans lesquelles sont employés des enseignants qui ont reçu une éducation savante [*gelehrte Bildung*].
>
> §2. Cette institution est sous l'autorité directe du ministère de l'éducation, mais avec à sa tête les trois professeurs de mathématiques, physique et chimie. Chacun dans sa matière, ils dirigent les travaux des séminaristes, et assurent - également chacun pour sa matière - chaque semestre les cours ou exercices nécessaires ; ils engagent enfin ensemble les délibérations qui concernent l'ensemble

194. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11281, p. 49r : « *Prüfung, sowohl in Hinsicht ihrer theoretischen Kenntnisse, als ihrer Lehrgaben und practischen Brauchbarkeit unterworfen werden* ». Afin de clarifier les modalités pratiques de cet examen, il renvoie à deux décisions prises en Prusse, d'une part la disposition du 14 août 1828 et d'autre part le règlement du 20 avril 1831 (voir Schubring, 1991 [1983], pp. 114-115).

195. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11281, p. 49v : « *nach dem Vorgange anderen Staaten (Preußen, Würtenberg) eine besondere Examinations-Commission, unter dem Namen der "wissenschaflichen Prüfungscommission" und zwar auf der Universität Leipzig, weil nur hier das dazu erforderliche Personal* [...] ».

196. Voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, pp. 1r-1v.

197. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, p. 11r : « *schon seit längern Zeit, ohne von seinen Bemühungen viel zu reden, sich um die Bildung mathematischer Docenten sehr verdient gemacht* ».

du séminaire. »[198]

Celui-ci serait ouvert à dix participants qui seraient recrutés par les professeurs après deux ou trois semestres à l'université. Ils devraient alors suivre des enseignements supplémentaires, notamment pour s'entraîner à donner des cours et préparer des expériences. Leurs examens oraux semestriels porteraient non pas sur des connaissances académiques mais sur l'enseignement secondaire. Le cursus complet du séminaire durerait deux ans, au cours desquels les participants s'engageraient notamment à suivre des cours de mathématiques supérieures. L'objectif visé par Brandes et ses collègues est donc triple : le séminaire représente tout d'abord un moyen d'augmenter la fréquentation des cours de mathématiques supérieures, ensuite de s'assurer que les professeurs de sciences seront bien des spécialistes disciplinaires (*Fachlehrer*) et enfin de faire en sorte qu'ils sachent comment transmettre ces connaissances aux élèves. Cela suppose de réorganiser considérablement l'enseignement universitaire, en instaurant notamment un cursus, c'est-à-dire une succession régulière des cours de sciences. Le plan proposé est très clair sur ce point :

> « Les trois professeurs s'engageront à ordonner leurs enseignements, et en particulier ceux qui ne s'adressent pas uniquement aux débutants, de telle manière que les séminaristes puissent suivre en deux ans un cursus de mathématiques supérieures, une suite complète de cours sur les différentes parties de la physique et de l'astronomie et sur les applications importantes de la chimie aux arts et au commerce. »[199]

En réalité, cette organisation des enseignements existe déjà partiellement de manière informelle, du moins en mathématiques. Au premier chapitre, nous avons vu que M.W. Drobisch propose depuis 1828 des cours coordonnés sur plusieurs semestres[200]. Le plan de H.W. Brandes cherche surtout à obtenir un soutien financier afin de pérenniser les initiatives existantes. Il demande une gratification de 100 talers par professeur, et surtout la mise

198. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, pp. 15r-15v : « *§.1. Der Zweck der Seminar ist, Lehrer der mathematischen und physicalischen Wissenschaften für alle die Schulen zu bilden, an welchen Docenten, die eine gelehrte Bildung genossen haben, angestellt werden. §.2. Diese Anstalt steht unter der unmittelbaren Aufsicht des hohen Ministerii des Cultus, hat aber zu seinen Vorstehern die drei Professoren der Mathematik, der Physik und der Chemie welche, jeder in seinem Fache, die Arbeit der Seminaristen leiten, die ihnen in jedem Halbjahr nöthigen Vorlesungen oder Übungen, ebenfalls jeder für sein Fach, halten und übrigens diejenigen Berathungen, die das Ganze betreffen, gemeinschaftlich anstellen.* »

199. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, p. 17v : « *Die drei Professoren werden sich zu Pflicht machen, ihre Vorlesungen und vorzüglich die welche nicht bloß den Anfänger gewidmet sind, so anzuordnen, daß die Seminaristen in zwei Jahren eine Cursus der höhern Mathematik, eine vollständige Reihe von Vorlesungen über die verschiedene Theile der Physik nebst der Astronomie, über wichtige Anwendungen der Chemie auf Künste und Gewerbe hören können.* »

200. Voir ci-dessus pp. 121-123.

en place d'un système de bourses pour les étudiants [201]. La raison en est probablement que la durée totale des études d'un futur enseignant atteindrait dans cette configuration trois ou quatre années, alors que la durée moyenne des études est à l'époque d'environ deux ans [202] ; il faut donc financer ce surcoût pour rendre la formation accessible. D'autres contributions des professeurs d'histoire naturelle et de technologie insistent elles aussi sur l'existence d'initiatives informelles qui seraient plus efficaces si elles étaient coordonnées [203].

Mais le ministère refuse le projet de Brandes, officiellement car l'idée d'un séminaire qui possèderait ses propres examens lui semble trop complexe. Nous pensons plutôt que l'administration est alors réticente à l'idée de fournir un financement, d'autant plus que les professeurs ont expliqué qu'ils prenaient déjà des initiatives de ce type. Le brouillon de la réponse est une courte lettre de refus, mais une version plus subtile est finalement adressée à la faculté. Le ministère refuse le projet de séminaire, mais encourage les professeurs à

> « ériger une société, d'après les principes que vous avez donnés, dans laquelle vous proposerez aux étudiants qui se dédient à ces études après avoir déjà étudié les mathématiques, la physique et la chimie, une introduction pratique et didactique appropriée pour pouvoir dispenser cet utile enseignement non seulement dans les écoles primaires et professionnelles, mais aussi dans les écoles secondaires classiques » [204].

Après ce refus, il faudra attendre près de quatorze ans pour qu'un nouveau projet de séminaire universitaire de formation des enseignants de mathématiques soit proposé.

La mise en place d'un examen pour les enseignants de mathématiques

Au début des années 1840, il n'existe ainsi en Saxe ni formation spécifique, ni examen pour les futurs enseignants de mathématiques, que ce soit au niveau de l'université ou de l'État. L'institution universitaire semble pourtant dans les deux cas devoir en être l'emplacement naturel, puisqu'elle accueille déjà des séminaires pour former les théologiens et les philologues. Elle reste également le lieu qui garantit une culture classique unifiée par rapport aux instituts techniques spécialisés [205]. À partir de 1844, une commission se réunit une fois par semestre à l'université de Leipzig pour évaluer les candidats aux postes d'enseignants

---

201. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, p. 19v.

202. Voir Eulenburg, 1995 [1909], pp. 83-87.

203. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, pp. 22r-24v.

204. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, p. 25r : « *und wird vielmehr geschehen lassen, daß Sie nach den von Ihnen gegebenen Grundzügen einer Gesellschaft errichten, in welcher Sie denjenigen Studirenden, welche dieser Studien sich widmen, nachdem dieselben bereits Mathematik, Physik, und Chemie gehört haben, zur Erlangung der nöthigen Lehrfertigkeit, um nicht bloß in Gewerb- und Volksschulen, sondern auch in Gelehrtenschulen, darin nützliche Unterricht ertheilen zu können, angemessene praktische und didaktische Anleitung geben* ».

205. Ce point est d'ailleurs soulevé dans Drobisch, 1832, p. 97.

dans le secondaire, incluant donc les mathématiques. Elle comprend 26 membres, pour la plupart membres de la faculté de philosophie, mais les mathématiques ne sont toujours pas clairement séparées de l'enseignement des langues classiques.

Un examen en mathématiques proprement dit n'est véritablement introduit que le 12 décembre 1848, sous la forme d'un décret concernant l'examen des candidats à l'enseignement secondaire (*Regulativ, die für die Kandidaten des höheren Schulamtes zu haltenden Prüfunden betreffend*[206]). Trois commissions sont créées : la première est chargée d'examiner les candidats à l'enseignement généraliste des écoles secondaires, c'est-à-dire les philologues, la deuxième doit évaluer les candidats à l'enseignement primaire et des écoles professionnelles, tandis que la troisième est responsable de « l'examen des futurs enseignants spécialisés [*Fachlehrer*] en mathématiques et sciences naturelles des écoles classiques et des écoles primaires supérieures. »[207] Les futurs enseignants doivent avoir étudié au moins trois ans dans une université, dont au moins deux à Leipzig, mais les mathématiciens en sont dispensés « s'ils peuvent prouver qu'ils ont eu l'opportunité d'acquérir, dans une école polytechnique ou professionnelle supérieure, une connaissance scientifique des matières concernées. »[208]

L'université ne possède donc plus légalement le monopole de la formation des professeurs. Elle l'avait de toute façon déjà perdu *de facto* puisque, dans les années 1840, la plupart des enseignants des écoles professionnelles ainsi que plusieurs enseignants des écoles classiques, ont étudié à l'Académie des mines de Freiberg ou à l'Institut de formation technique de Dresde[209]. En 1848, l'examen se compose des épreuves suivantes :

> « Celui qui présente sa candidature à un poste d'enseignant spécialisé dans les sciences exactes dans les *Gymnasien* ou les écoles élémentaires supérieures doit :
> – 1. pour l'examen écrit, élaborer un travail scientifique détaillé dans le domaine des mathématiques ou des sciences naturelles, et livrer de plus un travail stylistique sur un sujet philosophique ou historique.
> – 2. L'examen oral doit porter sur
>   - a) la philosophie,
>   - b) l'histoire générale en incluant la géographie et les moments les plus importants de l'histoire culturelle et littéraire,
>   - c) les mathématiques et les sciences naturelles,
>   - d) les sciences générales de l'enseignement et de l'éducation, en incluant

206. Schreyer, 1852, pp. 132-135. Le terme de « *höheren Schulamtes* » désigne ici l'enseignement secondaire par opposition à l'enseignement primaire.

207. Schreyer, 1852, p. 132 : « *für die Prüfung der künftigen Fachlehrer an Gymnasien und höhern Volksschulen in den mathematischen und Naturwissenschaften.* »

208. Schreyer, 1852, p. 133 : « *wenn sie nachzuweisen vermögen, daß sie* [...] *auf einer polytechnischen oder höhern Gewerbeschule Gelegenheit gehabt haben, sich eine wissenschaftliche Kenntniß der betreffenden Fächer zu erwerben.* »

209. Voir figure 20, ci-dessus p. 301. Pour les écoles classiques, on peut citer G.F. Hofmann, qui enseigne au *Gymnasium* de Freiberg après avoir étudié à l'Académie des mines.

également la méthodique. »[210]

1848, second échec d'un séminaire de mathématiques à l'université de Leipzig

Puisqu'il n'existe à l'université de Leipzig toujours aucun lieu, ni pour la formation des enseignants de mathématiques, ni pour la préparation de ce nouvel l'examen, O. Marbach (1810-1890) propose en 1848 au ministère de l'éducation la création d'un séminaire. Marbach est depuis 1833 *Privatdozent* à l'université, et depuis 1843 enseignant en mathématiques à la *Nikolaischule* de Leipzig[211]. Sa proposition permet de voir que le niveau de l'enseignement secondaire est toujours faible, puisque le séminaire « doit d'une part avoir pour but de permettre à ceux qui veulent se tourner vers l'étude des mathématiques et des sciences naturelles de se familiariser avec les éléments de ces sciences, et d'autre part de former des enseignants pour ces matières. »[212] Il suggère ainsi un séminaire d'un niveau très inférieur à celui que proposaient Brandes et Drobisch en 1833. Sa démarche est cependant bien reçue par le ministère car Marbach joint à sa lettre une pétition signée par 42 étudiants[213].

Le ministère consulte alors la faculté de philosophie sur ce projet, mais sa réponse est extrêmement négative car le plan de Marbach n'est pas jugé assez ambitieux. Pour Drobisch, « les séminaires ne doivent pas seulement servir pour les élèves [*Schüler*] mais aussi pour les scientifiques »[214], comme c'est le cas dans les universités prussiennes. Möbius est lui aussi opposé au projet et soupçonne Marbach de chercher par ce moyen à gagner de l'argent et à faire apparaître son nom sur le programme universitaire. La faculté admet cependant la nécessité d'un lieu de formation pour les enseignants :

« Il y a bien longtemps que plusieurs membres de notre faculté ont reconnu et

210. Schreyer, 1852, pp. 134-135 : « *Wer sich dem Examen für die Candidatur eines Fachlehramts in den exacten Wissenschaften an Gymnasien und höhern Volksschulen unterwirft, hat 1. behufs der schriftlichen Prüfung eine ausführliche wissenschaftliche Arbeit aus dem Gebiete der Mathematik oder der Naturwissenschaften auszuarbeiten, und außerdem eine stylistische Arbeit über ein philosophisches oder historisches Thema zu liefern. 2. Die mündliche Prüfung ist a) auf Philosophie, b) auf Weltgeschichte mit Einschluß der Geographie und der wichtigsten Momente der Literatur- und Culturgeschichte, c) auf Mathematik und Naturwissenschaften, d) auf die allgemeine Erziehungs- und Unterrichtslehre, einschließlich der Methodik, zu richten.* » Puisque aucune langue n'est spécifiée, ces examens ont probablement lieu en allemand et non en latin.

211. Voir sa notice biographique p. 510.

212. UAL - Phil. Fak. E 042, p. 42r, lettre du 17 mars 1848 : « *eines Theils den Zweck haben soll, diejenigen, welche dem Studium der Mathematik und Naturwissenschaft sich zuwenden wollen, in dem Stand zu setzen, sich mit den Elementen dieser Wissenschaften vertraut zu machen, und andern Theils darauf berechnet ist, Lehrer für diese Fächer heranzubilden.* »

213. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, p. 36r : « *trug ich denselben in einer deshalb veranstalteten Versammlung meiner Absicht und den Statutenentwurf vor und förderte schließlich diejenigen, welche geneigt seien, dem Seminar sich anzuschließen, auf ihre Namen zu unterschreiben. Ich erhielt alsbald 42 Unterschriften* ».

214. UAL - Phil. Fak. E 042, p. 43v : « *Seminaren sollen nicht bloß für die Schüler, sondern auch für die Wissenschaftlern leisten* ». L'emploi du terme « élèves » pour désigner les étudiants est très inhabituel ; il souligne le refus par Drobisch d'un enseignement qui relève selon lui du secondaire.

> discuté le fait qu'un séminaire dédié à la formation des enseignants de mathématiques et de sciences naturelles dans les *Gymnasien*, écoles primaires, professionnelles et spéciales, comme il en existe déjà dans d'autres universités, par exemple à Halle, Königsberg et Bonn, est une nécessité de notre époque. » [215]

Privé du soutien du ministère, Marbach propose néanmoins un séminaire physico-mathématique au semestre d'été 1848, avant finalement d'abandonner son projet [216]. L'opposition entre Marbach et les autres professeurs de sciences confirme bien que deux idées du séminaire existent à Leipzig. La première y voit un simple complément de cours élémentaires, une propédeutique aux cours universitaires proprement dits. L'autre, plus ambitieuse, voudrait en faire une veritablie institution servant de lien entre l'apprentissage et la recherche scientifique. Nonobstant, aucune de ces deux conceptions ne peut se prévaloir d'un soutien politique ou financier de l'État, et elles sont donc condamnées à n'exister que sporadiquement, sous la forme de sociétés ou d'actions bénévoles qui disparaissent après quelques années. Bien que l'on trouve, au milieu du XIX^e^ siècle, de nombreuses réflexions sur la didactique des sciences exactes et naturelles, il faudra attendre 1881 pour qu'un séminaire de mathématiques soit finalement créé à l'université de Leipzig [217].

4.4.2 Comment enseigner les mathématiques en Saxe ?

Bien que l'enseignement secondaire soit progressivement passé d'un contrôle local à celui du ministère de l'éducation, la question de la méthode d'enseignement fait encore l'objet de débats au milieu du XIX^e^ siècle. Le décret de 1847 est une étape important, puisqu'il donne une série de conseils pédagogiques à l'intention des enseignants de mathématiques. On les trouve au fil du texte et ils sont complétés par un appendice à la loi intitulé *Quelques remarques particulières sur la méthode de l'enseignement mathématique dans les* Gymnasien [218]. Signe de son importance, cette annexe est aussi longue que le texte de loi proprement dit. Elle doit d'autant moins être sous-estimée qu'elle marque un pas en avant par rapport à

215. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219, p. 42r : « *Daß ein zur Bildung von Lehrern der Mathematik und der Naturwissenschaften an Gymnasien, Bürger-, Real- und Special-Schulen bestimmtes Seminar, wie dergleichen bereits an andern Universitäten, z.B. in Halle, Königsberg und Bonn bestehen, ein Bedürfniß unserer Zeit seÿ, ist längst schon von mehreren Mitglieder unserer Facultät erkannt und besprochen worden.* »

216. UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'été 1848, p. 14 : « *gratis hh. constit. exercitationes Seminarii physico-mathematici moderabitur* ». Tout au plus peut-on signaler qu'il envoie une nouvelle lettre au ministère en 1850, lequel refuse alors tout soutien financier à un éventuel séminaire de mathématiques sans même contacter la faculté de philosophie (Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10219. La lettre de Marbach se trouve pp. 48-56, la réponse du ministère page suivante).

217. En 1854, A. Peters, enseignant en mathématique à l'École d'État de Meißen, publie un livre intitulé *Sur la nécessité de la création d'instituts de formation des enseignants de mathématiques et sciences naturelles dans les universités allemandes* (Peters, 1854, voir sa notice biographique p. 514).

218. Schreyer, 1852, pp. 118-120 : *Einige besondere Bermerkungen über die Methode des mathematischen Unterrichts auf Gymnasien.*

ce que l'on peut trouver dans les textes antérieurs. La liberté de méthode (*Lehrfreiheit*) est jusque-là une des prérogatives des enseignants, garantie dans les faits par leur indépendance hiérarchique vis-à-vis du ministère de l'éducation. Ce n'est qu'avec la loi de 1846 que ce dernier acquiert l'autorité et les moyens de vérifier la mise en application des mesures prises. On peut alors véritablement parler d'une politique d'enseignement coordonnée au niveau de l'État dans le domaine des mathématiques. Un rapport ayant été demandé à Drobisch et des consultations ayant eu lieu, nous considérons que ce texte est un compromis entre l'expérience acquise par les enseignants saxons et les contraintes politiques du gouvernement.

Un compromis sur l'enseignement « scientifique » de la discipline

Dans le règlement de 1773, la présentation traditionnelle du cours de mathématiques suivait la méthode euclidienne et prenait la forme d'une succession rationnelle d'axiomes et de théorèmes. Elle était uniquement basée sur un enchaînement logique et ne tenait pas compte des connaissances ou des difficultés des élèves. Ce dogmatisme rendait l'enseignement difficilement compréhensible ; il est au début des années 1830 vivement critiqué par M.W. Drobisch, pour qui la méthode à adopter doit être choisie de manière pragmatique. Il faut s'adapter au niveau des élèves « puisqu'il n'existe pour le moment aucune "méthode unanimement reconnue comme la meilleure" pour l'enseignement des mathématiques » [219]. Dans les premières classes, cela signifie privilégier l'approche dite constitutive, c'est-à-dire la méthode classique fondée sur l'énoncé de définitions, de théorèmes, puis d'exemples. Cependant, il faut dès que possible (à partir de la *Quarta*) s'efforcer d'introduire une méthode heuristique qui, en laissant plus de latitude aux élèves, doit permettre de stimuler leur intérêt pour la discipline et leur capacité de réflexion : il s'agit d'un argument important pour plusieurs mathématiciens saxons [220]. Pour Drobisch, le point principal est d'utiliser une méthode qui rende les élèves autonomes le plus rapidement possible. Il faut donc abandonner toute approche basée sur l'apprentissage puis la déduction :

> « Ce chemin progressif, court, par lequel on introduit peu à peu, mais de manière apparemment arbitraire, des lignes auxiliaires [*Hülfslinien*] dont on ne comprend le sens que plus tard, sans pouvoir le remarquer avant d'avoir décomposé formellement la démonstration, est certes objectif, purement scientifique et totalement suffisant ; mais il est inadapté à l'enseignement, quoi que puissent en dire les partisans intransigeants d'Euclide. » [221]

219. Drobisch, 1832, p. 117 : « *daß es im Grunde zur Zeit eine "allgemeine anerkannte beste Methode" für den mathematischen Unterricht nicht giebt* ».

220. Voir par exemple Drobisch, 1832, p. 87 ; Peters, 1828, *V.2. Mangel des mathematischen Gymnasial-Unterrichtes. Die Methode ist nicht Naturgemäß.*

221. Drobisch, 1832, p. 87 : « *Dieser progressive, kurze Gang, bei dem man allmälig, aber auch scheinbar willkürlich, Hülfslinien ziehen läßt und erst hinterher ihren Zweck begreift, diesen aber nicht eher bemerkt, als bis man den Beweis noch einmal förmlich zergliedert, ist zwar objektiv, rein wissenschaftlich, völlig genügend, aber für den Unterricht untauglich, mögen die starren Anhänger des Euklides sagen, was sie wollen.* »

Chez Drobisch, les réflexions pédagogiques sont inspirées des études psychologiques qu'il a réalisées sur le raisonnement mathématique. Il faut selon lui adopter une méthode « heuristique » (*heuristische*) qui privilégie la compréhension. La démonstration doit commencer par une analyse des conditions successives à remplir afin de se faire une idée du chemin à mener pour arriver à la démonstration. Les hypothèses auxiliaires - qu'il nomme lignes auxiliaires (*Hülfslinien*) par analogie avec le rôle des lignes auxiliaires en géométrie descriptive - deviennent alors non seulement évidentes mais également nécessaires. Il a lui-même écrit sur cette question de la méthode dans sa thèse soutenue à l'université de Leipzig en 1824 et intitulée *Theoriae analyseos geometricae prolusio*[222].

La *Kreuzschule*, l'une des écoles classiques de Dresde, est un autre lieu important dans l'évolution des méthodes d'enseignement. Les mathématiciens K.C. Snell et H.R. Baltzer y enseignent respectivement de 1834 à 1844 et de 1842 à 1869. Snell entreprend de remplacer la méthode traditionnelle d'exposition en géométrie par une méthode « génétique » (*genetische*) - dans la continuité de l'approche heuristique de Drobisch -, qui entend mettre les élèves en mesure de comprendre l'organisation de la matière. Sans chercher la présentation la plus courte, Snell s'attache à exposer les questions mathématiques de manière générale ainsi que leurs liens, mais aussi à présenter les résultats comme une progression dans la résolution des problèmes, afin « qu'à chaque endroit de la science on obtienne une conscience claire, non seulement du contenu de ce que l'on a déjà développé, mais également de l'étendue de ce qui reste à étudier. »[223] Selon lui, l'accusation de « certains ennemis de l'étude des mathématiques » sur leur prétendue difficulté vient du manque d'ordre dans la présentation[224]. Il utilise ainsi les critiques des philologues pour demander une réforme de la méthode d'enseignement : la présentation des mathématiques, pourtant science de l'ordre par excellence, ne fait l'objet d'aucune réflexion alors qu'elle devrait former un système cohérent. Bien que mathématicien, Snell est en effet sensible aux réflexions de la *Naturphilosophie* sur le manque d'ordre des sciences exactes et naturelles. La présentation euclidienne empêche le développement de l'esprit de recherche et la compréhension des démonstrations, de sorte qu'il « en résulte un comportement d'esclave vis-à-vis de l'objet »[225]. Au début des années 1840, H.R. Baltzer succède à K.C. Snell et poursuit dans cette direction, généralisant le mode de présentation adopté en géométrie à l'arithmétique[226].

222. Drobisch, 1824.

223. Snell, 1841, p. viii : « *daß an jeder Stelle der Wissenschaft ein deutliches Bewußtsein erlangt werde, nicht bloß über den Inhalt des schon Entwickelten, sondern auch über den Umfang des der Untersuchung noch Vorliegenden.* »

224. Snell, 1841, p. xiv « *Feindes des mathematischen Studiums* ». Les critiques des philologues et des philosophes sur la notion de système et l'organisation des mathématiques ont pu stimuler les réflexions sur l'architecture de la discipline, voir Morel, 2013a.

225. Snell, 1841, p. xiii : « *Dadurch entsteht ein ganz sklavisches Verhältniß zum Gegenstand* ».

226. Starke, 1897, p. 51. Sur les méthodes d'enseignement de Baltzer, et plus particulièrement sur ses *Elemente der Mathematik*, voir Jahnke, 1990, pp. 444-450.

Le décret de 1847 consacre l'importance des méthodes d'enseignement et insiste avant tout sur la nécessité de proposer un enseignement « véritablement scientifique » des mathématiques (*wahrhaft wissenschaftlich*). Le mot « scientifique » peut à cette époque renvoyer aussi bien aux sciences exactes qu'aux sciences philologiques selon le contexte ; il signale simplement l'intention d'accorder la primauté au contenu et à la spécificité de la matière sur l'idée d'une formation générale. L'orientation des mathématiques saxonnes s'oppose ainsi au néohumanisme prussien qui encourage la contribution de chaque discipline à une éducation générale (*Allgemeinbildung*) de l'élève [227]. Auparavant, l'intérêt des mathématiques était envisagé soit pour leur rôle méthodologique général - complémentaire de celui des langues anciennes -, soit pour leur intérêt dans la vie civile. Ces deux buts ne semblent pas nécessiter un enseignement sous forme « véritablement scientifique », ce qui est relevé dans le décret de 1847, qui souligne que l'« on exige ici de l'élève quelque chose qui est en réalité du ressort d'un homme de métier » [228]. Si l'exigence de scientificité est malgré tout maintenue, c'est que l'on reconnaît maintenant l'existence d'un troisième but pour l'enseignement des mathématiques :

> « La méthode d'enseignement des mathématiques dans les écoles classiques ou *Gymnasien* est conditionnée par le but qui doit être atteint par cet enseignement. Celui-ci est cependant double, puisqu'il doit encourager l'exercice de la pensée et du jugement, l'accoutumance à une conception claire et définie des concepts, à un examen rigoureux des théorèmes qui doivent être reconnus comme vrais, c'est-à-dire à la gymnastique de l'esprit, mais deuxièmement familiariser les élèves avec ces vérités et règles des mathématiques pures élémentaires qu'ils utiliseront nécessairement plus tard, en remplissant leurs devoirs professionnels dans différents domaines.
>
> Aussi peut-on également faire état, comme troisième raison pour promouvoir l'enseignement mathématique dans les écoles classiques, que puisque celles-ci doivent préparer l'élève à l'université, elles doivent également y préparer ceux qui, dans l'enseignement supérieur, veulent se dédier à l'étude des mathématiques, et donc recevoir par un enseignement réfléchi leur première formation dans ce domaine. » [229]

227. Schubring, 1991 [1983], pp. 38-39, pp. 42-44. Il faut noter qu'à partir de la fin des années 1820, une autre vision de l'enseignement des mathématiques apparaît en Prusse avec l'arrivée d'A.L. Crelle et de M. Ohm, plus orientée vers la spécificité des mathématiques. Voir Schubring, 1991 [1983], pp. 46-47, pp. 66-67 et pp. 111-125.

228. Schreyer, 1852, p. 119. « *einmal wird hierbey von dem Schüler etwas verlangt, was eigentlich erst eine Aufgabe für den Mann vom Fache ist* ».

229. Schreyer, 1852, p. 118 : « *Die Methode des mathematischen Unterrichts auf gelehrten Schulen oder Gymnasien wird bedingt durch den Zweck, welcher durch diesen Unterricht erreicht werden soll. Dieser ist aber ein doppelter, indem derselbe einmal die Übung im Denken und Urtheilen, die Gewöhnung an eine klare und bestimmte Entwickelung der Begriffe, an eine strenge Prüfung der Sätze, die als wahr anerkannt werden sollen, überhaupt die Gymnastik des Geistes fördern, zweitens aber auch die Schüler mit denjenigen Wahrheiten und Regeln aus dem Gebiete der reinen Elementarmathematik bekannt machen soll, deren Anwendung sie später bei Ausübung ihrer Berufspflichten in verschiedenen Fächer nöthig haben werden. Auch läßt sich noch als dritter Grund für die Pflege des mathematischen Unterrichts auf gelehrten Schulen*

Cette formulation semble consensuelle ; elle est néanmoins tout à fait novatrice pour la Saxe des années 1840 où l'enseignement secondaire est encore imprégné de l'idéologie humaniste traditionnelle. Cette nouvelle reconnaissance de l'existence d'un cursus mathématique indépendant sert de justification à l'existence d'une méthodologie autonome : si les mathématiques sont une discipline universitaire comme les autres, elles peuvent alors former un sujet d'étude à part entière dès le secondaire. La matière mathématique doit être considérée pour elle-même, et non plus uniquement comme support pour la philosophie ; les références autrefois nombreuses à la complémentarité avec les langues anciennes sont évacuées. L'ordre de présentation des théorèmes est déterminé essentiellement par la « cohérence logique et systématique » de la matière, mais le décret de 1847 prend soin de préciser qu'il ne faut pas retomber dans la présentation architectonique, artificiellement systématique, qui prévalait autrefois [230]. La science mathématique ne doit pas non plus se résumer à l'acquisition de savoirs spécifiques, formules et théorèmes. Elle doit servir de méthode scientifique, mais uniquement dans le périmètre plus étroit des sciences exactes et naturelles :

> « Elle doit former la capacité d'imagination et de connaissance de l'élève, en ce qu'elle le guide vers un développement autonome des savoirs et capacités mathématiques, qui ne correspondent pas uniquement à ce but, mais également de manière plus générale aux domaines d'éducation [*Bildungskreis*], en particulier les sciences de la nature, dans lesquels il doit par d'autres moyens propres se familiariser. » [231]

La mise en place d'un enseignement scientifique des mathématiques passe par l'abandon partiel du rôle propédeutique universel qui était le leur dans la conception du XVIIIe siècle, avec le modèle du *Gelehrter*, et concourait avec les langues anciennes au développement général de l'individu et de son esprit. La discipline n'en devient pas pour autant abstraite puisqu'elle garde un rôle méthodologique ; mais cette méthode scientifique ne s'applique plus qu'à l'étude de la nature et va ainsi progressivement devenir la caractéristique des sciences expérimentales.

Quelle place pour les manuels de mathématiques ?

Selon le règlement de 1773, la forme de l'enseignement recommandée est celle d'une présentation du professeur qui ne doit pas être interrompue par des échanges. Bien que les

anführen, daß, wie auf solchen der Schüler überhaupt zur Universität vorzubereiten ist, so auch derjenige, welcher sich auf der Hochschule der Mathematik als Fachstudium widmen will, durch gedachten Unterricht seine erste Vorbildung hierzu empfangen soll. »

230. Schreyer, 1852, p. 117, §7 : « *logische und systematische Zusammenhang* ».

231. Peters, 1854, p. 14 : « *Sie hat die Vorstell- und Erkenntniskraft des Schülers zu bilden, indem sie ihm zu selbstthätigen Entwickelung desjenigen mathematischen Wissens und Könnens anleitet, dass nicht nur diesem Zwecke selbst, sondern auch überhaupt dem Bildungskreise, besonders dem naturwissenschaftlichen, entspricht, in dem er durch andere eingenthümliche Mittel heimisch werden soll.* »

élèves soient en principe encouragés à poser des questions et les enseignants à y répondre, la procédure reste très formelle : « si quelque chose reste pour eux obscur ou douteux, ou s'ils n'ont pas bien compris la pensée de l'enseignant, ils doivent, à la fin du cours, solliciter une explication supplémentaire. »[232] Le rôle des manuels est restreint puisque l'élève ne peut les utiliser que pour faire des exercices ou réviser. Ils sont de fait exclus du cours proprement dit, pendant lequel les élèves se contentent d'écrire et de répondre lorsqu'ils sont interrogés. La résolution de problèmes est renvoyée au travail personnel qui est lui-même réduit pour ne pas empiéter sur la révision des langues anciennes. L'absence d'exercices en cours s'explique alors par le peu de temps alloué à la matière et surtout par les effectifs qui dépassent parfois les cinquante élèves par classe.

Afin de privilégier la réflexion et la participation, l'enseignant est progressivement appelé à abandonner la dictée au profit d'un mode d'enseignement basé sur l'échange et le questionnement systématique des élèves. Le rôle des manuels est un point délicat : avant les années 1830, le choix d'utiliser un manuel est laissé au professeur et celui-ci recommande bien souvent le sien afin d'augmenter ses maigres revenus. Le gouvernement va une fois de plus choisir la conciliation en s'inspirant d'une solution adoptée en Prusse[233]. Dès 1835, chaque école doit en théorie signaler au ministère tout changement de manuel, mais aucun contrôle réel n'est mis en place[234]. La première action concrète du ministère intervient en 1839, quand une liste des ouvrages utilisés est demandée à chaque école[235]. Sur les onze établissements ayant répondu, cinq ne font appel à aucun ouvrage de mathématiques tandis que les autres utilisent presque tous leur propre manuel. De plus, la plupart des enseignants insistent sur l'importance de la liberté de choisir son support de cours[236].

Ce premier rapport pousse le ministère à poser la question des manuels à la faculté de philosophie de l'université de Leipzig. Faut-il les utiliser en cours, et le cas échéant rendre un manuel obligatoire ? La réponse de la faculté est double : oui, il est nécessaire d'utiliser un manuel de mathématiques, au même titre que des cartes et des globes, afin de gagner du temps et de favoriser le travail personnel. Drobisch défendait depuis plusieurs années

232. Schulordnung, 1773, *chap. X : Vorschrift für die Knaben*, p. 145 : « *So ihnen etwas dunkel, oder zweifelhaft bleibet, oder sie des Lehrers Sinn nicht recht gefasset haben, sollen sie ihn, nach der Lection, um weitern Unterricht, bitten.* »

233. Voir Schubring, 1991 [1983], pp. 66-67. En 1829, Crelle propose que le modèle français soit adapté en Prusse et qu'un mathématicien de premier plan écrive un manuel qui serait utilisé dans toutes les écoles. Le comité chargé d'examiner ce projet est sceptique et en 1834 c'est une législation plus souple qui est adoptée avec l'établissement d'une liste par le ministère, qui régule ainsi l'introduction de nouveaux manuels (voir aussi Jahnke, 1986, pp. 88-89).

234. Cette obligation est mentionnée au neuvième paragraphe d'une ordonnance datée du 21 mars 1835 (voir Richter, 1840, pp. 388-389).

235. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11482, p. 4v.

236. Seul le manuel de C.G. Wunder est utilisé dans deux écoles différentes, voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11482, p. 10r et le rapport de G.L. Schulze daté du 6 décembre 1840, pp. 74r-84r.

cette position, ajoutant que l'utilisation d'un manuel permet d'éviter les erreurs de copie et favorise la concentration [237]. Mais elle déconseille fortement de recommander un manuel en particulier, ce qui représenterait « un retour à la barbarie scolastique » [238]. Ce rapport mitigé semble avoir eu provisoirement raison des velléités de contrôle du ministère, car dans les faits ce n'est qu'à partir de 1848 que l'administration veille à faire respecter la directive de 1835. Chaque école doit par la suite utiliser un manuel à partir d'une liste établie au ministère et signaler tout changement d'un semestre à l'autre [239].

Les réformes sont-elles appliquées ?

Pour autant, les débats sur le statut de la discipline ne sont pas clos, et les réformes ne sont pas uniformément appliquées dans tous les établissements. Pour s'en convaincre, il faut étudier le *Rapport du comité des enseignants de* Gymnasien *saxons de mathématiques et sciences naturelles* publié en 1849. Ce texte fait suite à la seconde réunion des enseignants en mathématiques du secondaire, qui a eu lieu du 28 au 30 décembre 1848 à Meißen, et permet de se rendre compte du décalage existant entre la loi et son application [240]. Il commence par souligner que si quelques personnes s'opposent encore à l'enseignement des mathématiques, les élèves, les enseignants et le public s'accordent généralement à leur reconnaître un intérêt éducatif ainsi qu'une utilité matérielle. Ce dernier aspect est jugé particulièrement important pour l'individu comme pour l'État, et sert même à justifier selon les rédacteurs l'introduction des mathématiques dans le cursus de l'enseignement secondaire classique :

> « Un ensemble conséquent de connaissances mathématiques et de savoir-faire sont indispensables pour tous ceux qui veulent s'orienter vers des études scientifiques supérieures, en partie pour elles-mêmes, en partie comme ressources à cause de l'utilisation qui en est faite dans différents métiers ; elles sont à ce titre plus ou moins nécessaires pour le futur médecin, chimiste, physicien, pédagogue, juriste, caméraliste et particulièrement pour le futur mathématicien. » [241]

237. Drobisch, 1832, pp. 90-91.

238. Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11482, p. 86d. Le rapport complet de la faculté, dont l'auteur est possiblement Drobisch, se trouve pp. 86c-86p.

239. Cette directive est reprise et développée dans le paragraphe 60 de la loi de 1846 (voir Ministerium, 1847, pp. 56-57). En pratique, on ne trouve des traces régulières d'échanges entre le ministère et les écoles qu'à partir de 1848 (voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11482, pp. 142-169).

240. Une première réunion avait eu lieu du 17 au 19 juillet. Le comité est composé de G.J. Hofmann (enseignant à Freiberg), H.R. Baltzer (Dresde), Carl Rudolf Fleischer (1798- ?, Grimma), Friedrich Wilhelm Tittmann (1813-1881, Leipzig) et C.G. Wunder (Meißen), qui est le secrétaire. Voir les notices biographiques de C.R. Fleischer et F.W. Tittmann respectivement p. 498 et p. 525.

241. Jacobi, 1849, p. 488 : « *Eine gewisse Menge von mathematischen Kenntnissen und Fertigkeiten sind ein nothwendiges Bedürfniss für Jeden, der den höheren wissenschaftlichen Studien widmen will, theils an und für sich selbst, theils als Hülfsmittel wegen der Anwendung in verschiedenen Berufsfächern ; sie sind in dieser Hinsicht mehr oder weniger Bedürfniss für den künftigen Arzt, Chemiker, Physiker, Pädagogen, Juristen, Cameralisten, besonders für den künftigen Mathematiker.* »

Les enseignants insistent sur la nécessité des exercices : « les enseignements principaux démontrés, ils doivent être expliqués et rendus familiers par l'application à des exemples. Il faut, au moins de temps en temps, donner des exercices que chaque élève doit s'efforcer de résoudre seul mais néanmoins pendant les heures de cours et en présence de l'enseignant » [242]. Cette exigence implique à son tour une réclamation supplémentaire concernant le temps d'enseignement de la discipline. Quatre heures hebdomadaires sont jugées nécessaires, un temps qui peut éventuellement être réduit à trois dans les premières classes (§8). Si l'on se souvient que cette durée figure déjà dans la loi de 1846, il faut en conclure qu'elle n'est pas partout appliquée. De manière générale, on peut déduire de ce rapport que le programme établi par les décrets de 1847 n'est pas uniformément respecté et que les mathématiques sont encore négligées dans certains établissements. Le programme suggéré par les enseignants de cette discipline, ainsi que les connaissances jugées nécessaires afin d'entrer à l'université, dépassent assez nettement le périmètre des mathématiques élémentaires qui étaient jusqu'alors synonymes d'enseignement secondaire :

> « Les parties des mathématiques, que le lycéen entrant à l'université doit avoir non seulement comprises mais qu'il doit s'être approprié, qui doivent lui être familières [et] qu'il doit savoir facilement appliquer sont : arithmétique commune ; arithmétique générale ; algèbre (théorie des équations) ; théorie des combinaisons et ses applications ; théorie des formes et de la conception géométrique (dessin géométrique) ; planimétrie ; stéréométrie ; trigonométrie ; application de l'algèbre en géométrie et analyse géométrique. » [243]

Le point le plus problématique concerne l'importance des mathématiques dans l'évaluation. Les enseignants du comité défendent l'idée que les mathématiques doivent réellement influer sur les notes des élèves. Ils se félicitent que le décret de 1847 conditionne l'obtention de l'examen de maturité à la réussite d'un examen mathématique et regrettent que cette mesure ne soit pas encore appliquée dans tous les établissements. Toujours en 1849, J. Böttcher, recteur à Dresde et philologue traditionnel, publie un *Avis public à l'occasion de la nouvelle ordonnance pour les* Gymnasien *du ministère de l'éducation* [244]. Il y soutient au contraire qu'un élève obtenant de bons résultats en philologie mérite l'examen de maturité, même s'il

242. Jacobi, 1849, p. 490 : « *die vorgenommenen und bewiesenen Hauptlehren sind durch Anwendung auf Beispiele zu erläutern und geläufig zu machen, von Zeit zu Zeit wenigstens müssen Aufgaben vorgelegt werden, welche jeder Schüler für sich, aber sogleich während der Lehrstunden in Gegenwart des Lehrers zu lösen hat* ».

243. Jacobi, 1849, p. 489 : « *Als diejenigen Theile der Mathematik, deren Lehren der zur Universität abgehende Gymnasiast nicht allein begriffen, sondern auch so sich angeeignet und geläufig gemacht haben muss* [und] *dass er sie mit Leichtigkeit anzuwenden versteht : gemeine Arithmetik ; allgemeine Arithmetik ; Algebra (Lehre von den Gleichungen) ; Combinationslehre und deren Anwendungen ; geometrische Anschauungslehre und Formenlehre (geometrisches Zeichnen) ; Planimetrie ; Stereometrie ; Trigonometrie ; Anwendung der Algebra in der Geometrie, und geometrische Analysis.* »

244. Böttcher, 1849 dont le titre original en allemand est *Offene Mittheilungen auf Anlaß des neuesten Gymnasial-Verordnungen eines Hohen Ministeriums des Cultus und öffentlichen Unterrichts im Königreich Sachsen.*

ne possède aucune connaissances mathématiques [245].

L'ouvrage de Böttcher résume parfaitement le point de vue des philologues conservateurs sur l'enseignement secondaire. Il y critique longuement la réforme de 1846-1847 et propose d'abandonner le terme « d'écoles classiques publiques » (*öffentlichen Gelehrten Schulen*) pour revenir à celui d'école latine (*Lateinschule*) en vigueur au siècle précédent. Il suggère de s'inspirer des Grecs qui étaient selon lui des hommes modèles (*Muster-Menschen*) et insiste sur le rôle principal de l'école : permettre à tous les élèves d'obtenir une maîtrise parfaite du latin, c'est-à-dire pouvoir être des hommes de science et communiquer exclusivement dans cette langue [246]. Les adversaires des mathématiques existent donc toujours, mais leur influence s'est amoindrie. Leur refus des sciences exactes dans l'école secondaire classique n'est plus en phase avec le contenu des programmes, les rapports de force politiques et la réalité institutionnelle saxonne.

* *
*

Au milieu du XIXe siècle, l'enseignement des mathématiques secondaires en Saxe s'est donc profondément transformé. Le rythme et la nature des réformes successives y sont largement dépendants des circonstances politiques et institutionnelles internes, de sorte qu'on ne peut uniquement parler d'une adoption tardive du modèle prussien. L'échec de la réforme de 1773 entraîne une longue période de stagnation, suivie d'une brusque effervescence au milieu des années 1830. Cette évolution se reflète dans le profil de l'enseignant de mathématiques. En 1773, c'est le plus souvent un enseignant ayant étudié la théologie et le latin qui se contente d'enseigner des éléments de calcul, ou un *Mathematicus* extérieur à l'établissement. Les réformes du milieu du XIXe siècle consacrent un changement majeur : l'enseignant de mathématiques est devenu un scientifique de formation. Si l'on considère les écoles secondaires saxonnes classiques en 1850, on n'y trouve plus que deux professeurs autodidactes : J.C. Hohlfeld à Leipzig et J.A.W. Steinhäuser à Plauen, respectivement âgés de 68 et 70 ans.

Les professeurs plus jeunes ont tous étudié les mathématiques. Ils sont pour la plupart nés dans l'État de Saxe mais n'ont pas nécessairement été inscrits à l'université de Leipzig. Plusieurs sont issus de l'Académie des mines de Freiberg ou de l'École polytechnique de

245. Böttcher critique vertement les deux paragraphes du décret du 27 octobre 1847 qui établissent cette obligation : « il est possible qu'un enseignant de mathématiques triomphe en voyant ces deux paragraphes. Mais celui qui triomphe le plus pour cette raison, nous semble, disons-le franchement, le plus mauvais des hommes, des éducateurs et des enseignants » (Böttcher, 1849, p. 45 : « *Über diese beiden §§ kann freilich mancher mathematische Lehrer triumphiren. Aber wer am meisten darüber triumphirt, der scheint uns, sey's unverhohlen gesagt, als Mensch, als Erzieher und als Lehrer der Allerschlechteste* ». Voir plus généralement son avis sur les mathématiques pp. 43-54).

246. Böttcher, 1849, pp. 29-35.

Dresde [247]. Le second quart du XIX^e^ siècle marque la prise en main de l'enseignement secondaire par l'État, avec un ministère de l'éducation particulièrement actif et volontaire dans le domaine des mathématiques. Tout enseignant doit à présent passer un examen certifiant son aptitude à enseigner. Le recrutement se fait au niveau de l'État et celui-ci n'hésite pas à déplacer les enseignants pour orienter sa politique d'éducation. Un enseignant est donc susceptible d'exercer dans plusieurs établissements différents au cours de sa carrière. Contrairement au siècle précédent, il est rare qu'il ait besoin de cumuler plusieurs postes pour avoir un salaire décent.

Au milieu du XIX^e^ siècle, l'enseignant de mathématiques ne fait pas seulement partie du collège des enseignants, dont il était exclu en 1773 ; il peut également passer dans l'enseignement supérieur [248]. Le 15 décembre 1845, un enseignant de mathématiques dans le secondaire se voit pour la première fois décerner le titre de professeur. Habituellement réservée aux membres de l'université, cette distinction peut désormais être exceptionnellement décernée à un enseignant du secondaire par le ministère de l'éducation [249]. Il s'agit du premier *Mathematicus* de la *Nikolaischule* de Leipzig, Oswald Marbach, également *Privatdozent* à l'université de Leipzig de 1833 à 1845. Son obtention du titre de professeur est symbolique, puisqu'il enseigne à la fois dans le secondaire et à l'université et qu'il a multiplié les initiatives pour améliorer la formation des enseignants de mathématiques du secondaire. Les particularités de l'environnement culturel et politique saxon ont donc ralenti la chronologie des réformes sans pour autant empêcher le développement de la discipline dans le secondaire. Au milieu du siècle, le volume horaire hebdomadaire d'environ quatre heures est globalement respecté, ce qui est dans la moyenne haute des autres États allemands. Et les mathématiques, que les philologues avaient tenté de cantonner aux écoles professionnelles, sont désormais solidement implantées dans les écoles classiques.

---

247. Cela reste vrai dans le troisième quart du siècle : W. Voss a calculé qu'un tiers des candidats au poste d'enseignant en mathématiques entre 1848 et 1871 avaient étudié à l'École polytechnique de Dresde (Voss, 2005, p. 22).

248. C'est par exemple le cas de Snell, qui enseigne à la *Kreuzschule* et devient en 1844 professeur ordinaire de mathématiques et de physique à l'université de Iéna, ou de Baltzer, qui lui succède à la *Kreuzschule* avant de devenir professeur de mathématiques à l'université de Gießen en 1869.

249. Voir Sächsisches Staatsarchiv, HStA Dresden, 11125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 11478, *Verleihung des Professorprädikates an die ausgezeichneteren Hauptlehrer an den königlichen und städtischen Gymnasien, ebenso Auszeichnung der im Gymnasialwesen in Sachsen sich verdient gemachten Männer.*

Conclusion

Notre étude des mathématiques saxonnes entre 1765 et 1851 propose une analyse qui prend en compte l'évolution de l'ensemble des institutions. Elle fait largement appel à la notion de politique scientifique afin de souligner à quel point la création d'établissements et l'orientation des travaux des mathématiciens possèdent non seulement une dimension scientifique, mais également des composantes politiques et idéologiques. Il faut bien sûr éviter une vision anachronique selon laquelle la science entretiendrait dès le XVIII^e^ siècle le même type de rapports qu'aujourd'hui avec les activités techniques et économiques ; il n'en reste pas moins que ces considérations jouent alors un rôle important. R. Halleux souligne à juste titre que dès le XVII^e^ siècle « la science n'est pas séparable du projet politique qui la finance, et [qu']elle intervient dans sa formulation, dans la définition de ses méthodes et de ses objectifs. » [1] En Saxe, la fin de la guerre de Sept Ans marque le début d'une décennie riche en réformes, le *Rétablissement*, qui transforme en profondeur les institutions scientifiques de l'État. Plusieurs des établissements et des associations que nous avons mentionnés au cours de ce travail datent de cette période, à commencer par l'Académie des mines de Freiberg. Notre étude institutionnelle des mathématiques saxonnes jusqu'au milieu du XIX^e^ siècle est dans une large mesure l'analyse des conséquences de ces décisions. L'évolution de l'organisation de la science qui se produit à la fin de la guerre de Sept Ans mérite, en Saxe comme dans le reste de l'Allemagne, d'être mise sur le même plan que les réformes humboldtiennes de l'université qui ont lieu au début du XIX^e^ siècle. Cette période est aujourd'hui moins reconnue car elle se traduit surtout par la création d'instituts, de sociétés ou d'académies professionnelles. Les politiques menées à la fin des années 1760 ne concernent qu'à la marge l'institution universitaire, alors que celle-ci est le sujet de la plupart des études historiques.

Il n'existe pas dans le royaume de Saxe d'établissement dans lequel les mathématiciens disposent d'une véritable autonomie disciplinaire ; il faudra attendre 1846 pour qu'une Société royale des sciences soit fondée. Il n'y a donc pas une seule mais plusieurs politiques

1. Halleux, 2011. Ajoutant que ce sujet « a été peu étudié par les historiens, sauf pour des périodes très récentes », il note à deux reprises l'intérêt particulier que présente, de ce point de vue, l'Académie des mines de Freiberg.

scientifiques qui font appel aux mathématiques selon des modalités variables et pour atteindre des objectifs différents, propres à chaque institution. L'étroite interaction entre les écoles secondaires et les instituts techniques et scientifiques rend cependant nécessaire une étude unifiée des mathématiques saxonnes. L'État encourage la formation de mathématiciens en octroyant des bourses et en créant de nouvelles chaires, il favorise la diffusion des connaissances en finançant des voyages scientifiques et l'édition de manuels. Ces mesures en faveur des mathématiques ne forment que le premier aspect des politiques scientifiques. En effet, le gouvernement utilise également les mathématiciens pour servir son propre développement. Ils rédigent des notes dans divers domaines, servent fréquemment de conseillers techniques et sont régulièrement chargés de résoudre des problèmes techniques concrets. Dans la mesure où ces tâches ont un caractère systématique et sont institutionnalisées, il est possible de parler de politiques scientifiques dans la Saxe au tournant du XIX^e^ siècle.

Si le gouvernement est indiscutablement l'acteur politique principal, surtout à partir des années 1830, il est loin d'être le seul. L'université de Leipzig n'est pas une simple société de scientifiques ; à la fin du XVIII^e^ siècle, c'est une puissante institution autonome qui poursuit des objectifs propres. Elle s'oppose parfois aux propositions du souverain et ne manque jamais de rappeler qu'une université doit considérer l'ensemble du périmètre de la science. L'évolution des mathématiques à Leipzig prend une autre dimension quand nous la considérons dans son entourage institutionnel immédiat. Tant qu'elle est l'unique lieu d'éducation scientifique supérieure, elle doit former des savants et proposer un savoir encyclopédique. Les mathématiques n'y constituent alors qu'une composante mineure de la vaste faculté de philosophie, leur enseignement est élémentaire et étroitement lié à celui des écoles secondaires classiques. Pour cette raison, le développement de l'école d'analyse combinatoire représente un profond bouleversement du rôle et de la place des mathématiques à Leipzig. On assiste à la fin du XVIII^e^ siècle à une spécialisation disciplinaire et à la recherche coordonnée de nouveaux résultats, qui sont ensuite publiés dans les journaux de C.F. Hindenburg. Notre étude met en évidence cet infléchissement de politique scientifique d'autant plus clairement qu'elle prend en compte l'ensemble des enseignements de mathématiques et des nominations de professeurs.

Une conclusion importante de l'étude des politiques scientifiques saxonnes est l'importance des considérations locales. En 1823, Goethe postule que « les questions scientifiques sont souvent des questions de carrière. Une seule découverte peut faire la renommée d'un homme et être à l'origine de sa fortune civile. » [2] Dans les années 1780, les succès de l'analyse combinatoire de C.F. Hindenburg donnent à Leipzig une orientation qui ne se trouve pas dans l'autre université saxonne de Wittenberg, et seulement plus tard dans les autres États

2. *Conversations avec Eckermann* du 30 décembre 1823 : « *Die Fragen der Wissenschaft sind sehr häufig Fragen der Existenz. Eine einzige Entdeckung kann einen Mann berühmt machen und sein bürgerliches Glück begründen.* » (voir Eckermann, 1848, p. 20).

allemands. La professionnalisation et l'institutionnalisation des mathématiques étant alors loin d'être acquises, les choix scientifiques ou politiques locaux peuvent ainsi avoir des conséquences considérables. Cela rend difficile toute catégorisation générale des institutions scientifiques à l'échelle de l'espace germanophone. Le terme de mathématiques universitaires recouvre des réalités variées, et ce constat est encore plus net dans le cas des instituts techniques. Le terme d'académie des mines désigne un groupe d'établissements en fonction de leurs buts, mais l'utilisation des savoirs calculatoires ou des mathématiques supérieures est loin d'y être homogène. Nous avons montré la singularité de l'Académie de Freiberg où l'enseignement intensif et l'utilisation systématique des mathématiques sont introduits dès le milieu des années 1780. Il s'agit là aussi de la conjonction entre des facteurs politiques - en l'occurrence un soutien appuyé de l'*Oberbergamt* - et l'action du professeur de mathématiques J.F. Lempe, qui encourage l'utilisation pratique des mathématiques et permet l'essor de la géométrie souterraine.

La grande variété des motifs de recours aux mathématiques et des buts de leur enseignement rend complexe la comparaison entre la Saxe et d'autres États allemands. À plus forte raison, si l'on veut comprendre les inspirations réciproques, notamment avec la France et le Royaume-Uni, il importe de multiplier les précautions. Comme le souligne notre étude de l'Institut de formation technique de Dresde, il n'y a pas lieu de considérer que l'École polytechnique de Paris ait servi de modèle à cet établissement, qui est aussi substantiellement différent des autres écoles polytechniques allemandes. Mais cela ne signifie pas que les exemples étrangers sont ignorés. Les archives des ministères et la fréquence des voyages scientifiques révèlent au contraire que des informations sont activement recherchées et rassemblées, bien que les réformes institutionnelles soient toujours de subtils compromis avec les traditions scientifiques et techniques locales.

*

Au cours de cette étude des grandes institutions scientifiques de Saxe, nous avons tenté de présenter ces lieux non comme des structures immuables mais comme des réunions de professeurs et de mathématiciens. Ces établissements sont en perpétuelle évolution durant la période que nous considérons et leur développement reflète celui de la professionnalisation des mathématiques. En moins d'un siècle, l'institutionnalisation encore embryonnaire au lendemain de la guerre de Sept Ans est pratiquement achevée. Le métier de mathématicien ne se rencontre guère au milieu du XVIIIe siècle que dans les deux universités d'État et une poignée d'écoles secondaires classiques. L'absence d'un statut social particulier témoigne du peu de crédit que l'on accorde aux mathématiques dans la vie civile (*bürgerliches Leben*). Outre les professeurs de mathématiques, on trouve certes de nombreux enseignants privés ; la Saxe est bien également un État manufacturier qui produit de nombreux instruments mathématiques, des lunettes d'observations aux planétaires en passant par divers instruments de mesure. Mais ces métiers sont occupés par des marchands ou des techniciens qui n'appartiennent pas aux professions éduquées (*gelehrte Stände*), celles qui ont fréquenté l'université.

Avant 1765, l'utilisation des mathématiques dans la vie civile n'est pas considérée comme pouvant faire l'objet d'une formation scientifique. M.W. Drobisch, professeur de mathématiques à l'université de Leipzig, décrit encore dans les années 1830 la Saxe comme le pays « où l'on exalte la philologie comme une panacée, comme la vraie *medicina mentis*, où bien écrire et parler latin et être un homme instruit sont des concepts identiques » [3]. Il est ainsi commun de reprocher aux mathématiques universitaires leur manque d'utilité, non parce qu'elles ne sont pas concrètes ou techniques, mais parce qu'elles ne préparent pas aux carrières prestigieuses du droit, de la théologie et de la médecine (les *Brotwissenschaften*). L'idée qu'une formation puisse revêtir à la fois un aspect pratique et un caractère scientifique semble alors inconcevable. Le succès des instituts techniques, au premier rang desquels se trouve la *Bergakademie* de Freiberg, va progressivement permettre de rapprocher deux notions jusque-là inconciliables.

Après les guerres napoléoniennes, les comptes rendus des mathématiciens envoyés aux divers ministères insistent sur la nécessité d'encourager l'interaction entre science et technique, constatant et alertant sur les succès obtenus au Royaume-Uni et en France. Cependant, les réponses politiques proposées ne s'orientent jamais avant les années 1820 vers la formation scientifique d'un personnel technique qualifié. Il faut en conclure que l'idée d'une formation polytechnique, qui combine une approche scientifique fondée sur l'utilisation des mathématiques supérieures avec des objectifs techniques et économiques, qui forme des ingénieurs et non seulement des artisans, n'apparaît en Saxe qu'au terme d'un long processus. C'est uniquement dans le second quart du XIXe siècle que celui qui utilise les mathématiques dans la pratique, et non plus seulement comme un savoir académique, intègre véritablement le cercle des professions savantes et que son statut social est valorisé.

Cette évolution est le résultat des multiples contributions des mathématiciens saxons et de leur implication dans la vie scientifique, technique et politique de l'État. Ils sont membres de sociétés scientifiques, conseillent les associations techniques et industrielles et se signalent tout particulièrement par leurs activités d'éditeurs. Les périodiques mathématiques sont très nombreux en Saxe et mettent en place des politiques éditoriales souvent audacieuses. À la fin du XVIIIe siècle, l'éditeur d'un journal spécialisé, qu'il s'agisse de C.F. Hindenburg à Leipzig ou de J.F. Lempe à Freiberg, ne diffuse pas seulement des articles mais une certaine idée de l'organisation et des buts des sciences mathématiques. Ce sera encore le cas avec

3. Drobisch, 1832, p. 59 : « *Sachsen, wo man die Philologie als eine Panacee, als die wahre* medicina mentis *preist, wo gut lateinisch schreiben und sprechen und ein gelehrter Mann seyn identische Begriffe sind* ».

le *Zeitschrift für Mathematik und Physik* lancé par O. Schlömilch au milieu du XIX[e] siècle ; il serait d'ailleurs fructueux de mener à bien une étude complète de ce journal. Dans un premier temps solidement ancré dans les institutions scientifiques saxonnes, il participe à la diffusion des mathématiques pratiques hors des lieux d'enseignement et sur l'ensemble du territoire.

*

Notre étude contribue à montrer que la période 1765-1830, loin d'être une époque creuse pour les mathématiques allemandes, voit émerger de nombreuses réflexions sur le rôle et l'organisation de cette discipline. En Saxe, ce processus est documenté dans les archives de l'*Oberbergamt* et des ministères, et se concrétise par la mise en place d'importantes réformes structurelles. Si l'on trouve effectivement moins de travaux sur l'aspect théorique de la discipline, à l'exception notable de l'école d'analyse combinatoire, l'activité des mathématiciens pratiques est en revanche intense et diverse. Ces décennies forment une période charnière au cours de laquelle la mathématisation et l'institutionnalisation de nombreuses activités techniques sont entreprises, dans les domaines des mines, des forêts et des manufactures. Cette évolution est assez peu visible du point de vue de l'histoire des sciences car elle ne recouvre pas de découvertes théoriques majeures ou l'établissement de nouveaux résultats. Cependant, outre son intérêt du point de vue de l'histoire générale et économique, elle est indispensable si nous voulons comprendre l'évolution du statut du mathématicien et du rôle social de sa discipline.

L'institutionnalisation des mathématiques en Saxe s'accompagne d'un essor de la mise en pratique de ces connaissances et d'une mathématisation des activités économiques et techniques. Dès la fin du XVIII[e] siècle, les mathématiciens revendiquent l'utilité (*Brauchbarkeit*) de leurs travaux, alors même que celle-ci est minorée dans la société civile. Lorsque H.A. Rothe sollicite du gouvernement saxon la possibilité d'étudier à l'Académie des mines, il explique vouloir « accroître [s]on utilité » ; lorsque la faculté de philosophie tente de recruter C.F. Gauß à Leipzig, c'est en raison de l'utilité de la science astronomique. L'Académie des mines de Freiberg est tout entière orientée vers cette notion de mathématiques utiles. L'utilité caractérise pour Lempe à la fois le but de ses enseignements, la méthode de rédaction de ses manuels et le critère de sélection des articles pour son journal. C'est encore au nom de l'utilité que l'on crée une bibliothèque académique et que l'on choisit les ouvrages à acheter. Dans les instituts techniques, c'est pour leur utilité que l'on inclut les mathématiques supérieures, qui prennent une place croissante et sont enseignées de plus en plus tôt ; les mémoires scientifiques inclus dans les programmes de ces établissements l'illustrent amplement. Dans sa *Nouvelle géométrie souterraine* (1851) dédiée à ses étudiants, le professeur de mathématiques de l'Académie des mines, A.J. Weisbach, écrit en exergue : « Essayez tout ! Choisissez le meilleur ! » [4]

Si l'appel à l'utilité possède indéniablement une dimension rhétorique, elle n'en demeure pas moins un ressort important de la mathématisation des sciences de la nature. L'ensemble des archives, publications et discours que nous avons pu étudier sont convergents sur ce point. Au milieu du XVIII^{e} siècle, les mathématiques sont cultivées essentiellement pour leur rôle propédeutique dans la formation intellectuelle des professions savantes. Un siècle plus tard, l'utilité des mathématiques et de l'éducation scientifique est à ce point reconnue qu'elles sont considérées comme un bien commun (*Gemeingut*) auquel chacun doit avoir accès. Le mot est utilisé aussi bien par M.W. Drobisch, professeur à l'université de Leipzig, que par B. von Lindenau, *Staatsminister* de l'État saxon [5]. Au milieu du XIX^{e} siècle, les mathématiques donnent accès à plusieurs professions clairement différenciées - enseignants, professeurs et ingénieurs - et constituent désormais un domaine du savoir dont la reconnaissance sociale va grandissant.

Afin de faire ressortir cette transformation progressive d'une science académique en une science utilitaire, nous avons tenté autant que possible de distinguer l'enseignement des mathématiques appliquées de celui des mathématiques pratiques. À l'Académie des mines de Freiberg, et dans les instituts techniques créés dans les décennies suivantes, les mathématiques servent moins à comprendre la nature qu'à résoudre des problèmes techniques concrets. Cette utilisation des mathématiques pratiques, et le point est important, précède largement l'industrialisation de la Saxe. Elle ne fait pas non plus spécifiquement appel aux mathématiques supérieures ou à des découvertes récentes. À l'aube du XIX^{e} siècle, la mathématisation peut donner des résultats surprenants à l'aide de connaissances relativement élémentaires, comme en témoigne le journal de J.F. Lempe ou les travaux de mathématiques forestières menés à l'Académie forestière de Tharandt. La mathématisation est donc dans un premier temps essentiellement un processus d'innovation qui consiste à systématiser l'utilisation des mathématiques dans les activités économiques saxonnes. Dans le second quart du XIX^{e} siècle, on entre ensuite dans un processus d'invention proprement dit. L'École polytechnique de Dresde illustre cette dynamique dans le domaine du machinisme et des travaux sur la vapeur. Nous aurions également pu montrer la contribution substantielle des mathématiciens saxons - en particulier de l'université de Leipzig - aux sciences actuarielles, avec les travaux de K. Heym sur la modélisation de la mortalité ou la collaboration d'A.F. Möbius avec la *Lebensversicherungs-Gesellschaft zu Leipzig* au milieu du siècle.

Les mathématiciens saxons sont pleinement impliqués dans la vie civile de l'État et participent aux débats contemporains. Ils sont acteurs de la révolution industrielle et

4. Weisbach, 1851, « *Prüfet Alles ! Wählet das Beste !* »

5. Respectivement dans un livre sur l'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires classiques (Drobisch, 1832, p. iv, voir ci-dessus p. 363) et dans un discours au parlement sur l'utilité de l'enseignement des sciences (Landtags-Acten, 1843a, p. 251, voir ci-dessus p. 385).

mettent leurs connaissances au service de l'exploitation minière, du développement de la vapeur ou des assurances. Ils se préoccupent des réformes des institutions ou des programmes d'enseignement et en assument fréquemment la direction. En cela, ils sont bien éloignés de la « solitude et liberté » (*Einsamkeit und Freiheit*) revendiquée par Wilhelm von Humboldt pour les universitaires prussiens.

Annexes

A. Cartes de la Saxe (1850)

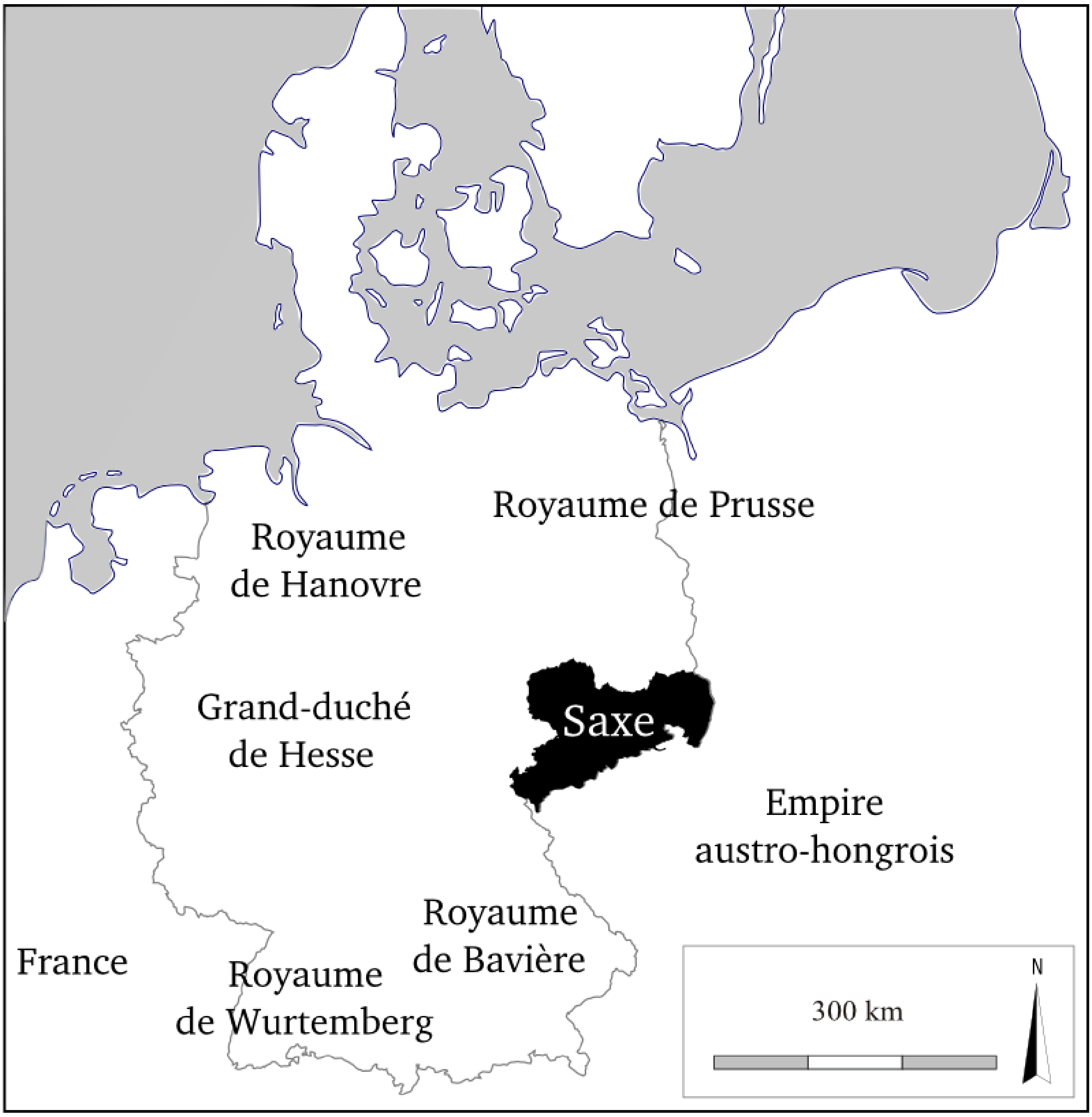


Figure A.1 – Situation du royaume de Saxe en Europe (fond de carte D. Dalet).

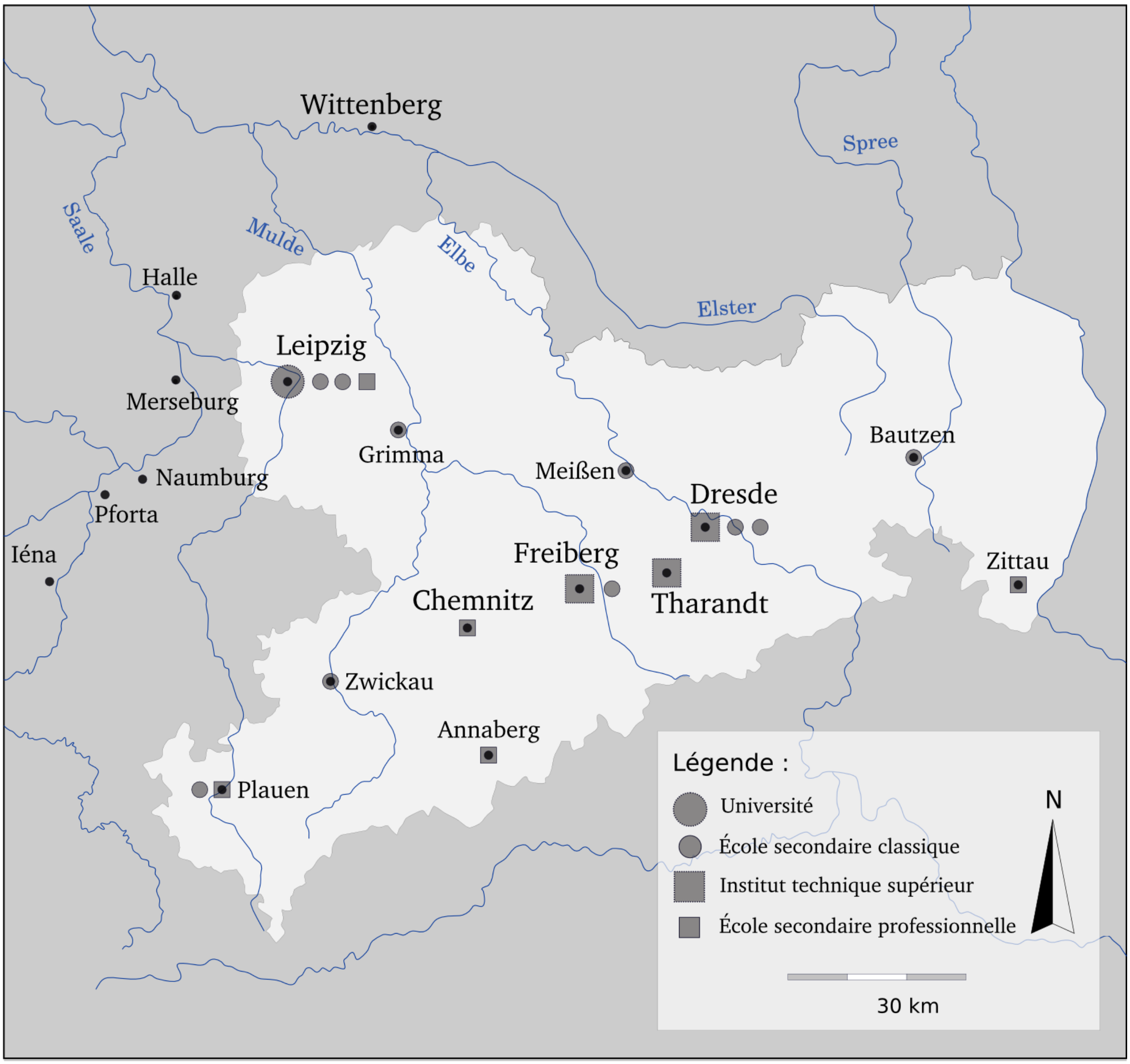


Figure A.2 – Géographie des principales villes et institutions secondaires, scientifiques et techniques du royaume de Saxe (fond de carte D. Dalet).

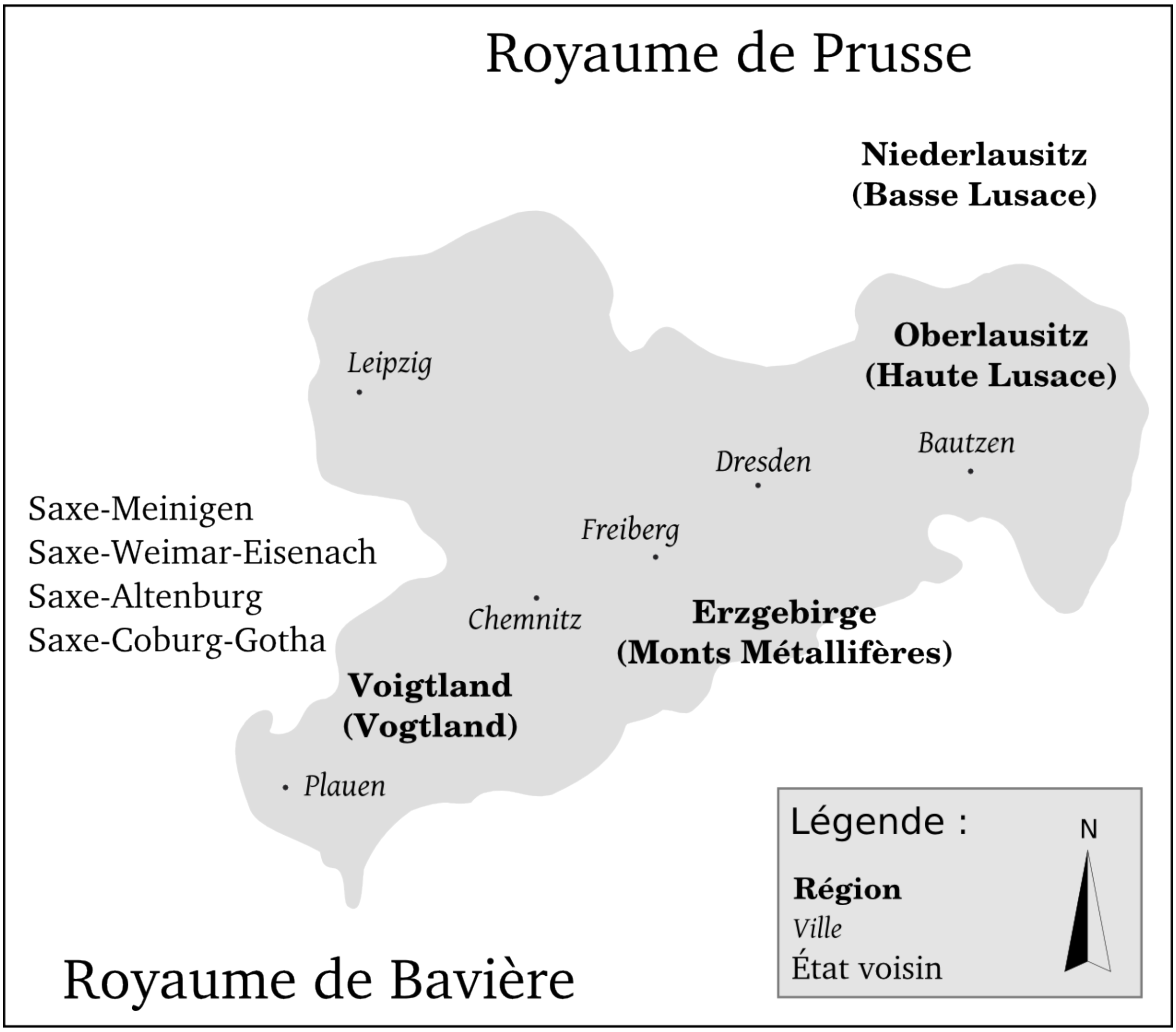


Figure A.3 – Principales régions de l'aire culturelle saxonne.

B. Les institutions scientifiques et techniques en Saxe (1765 et 1851)

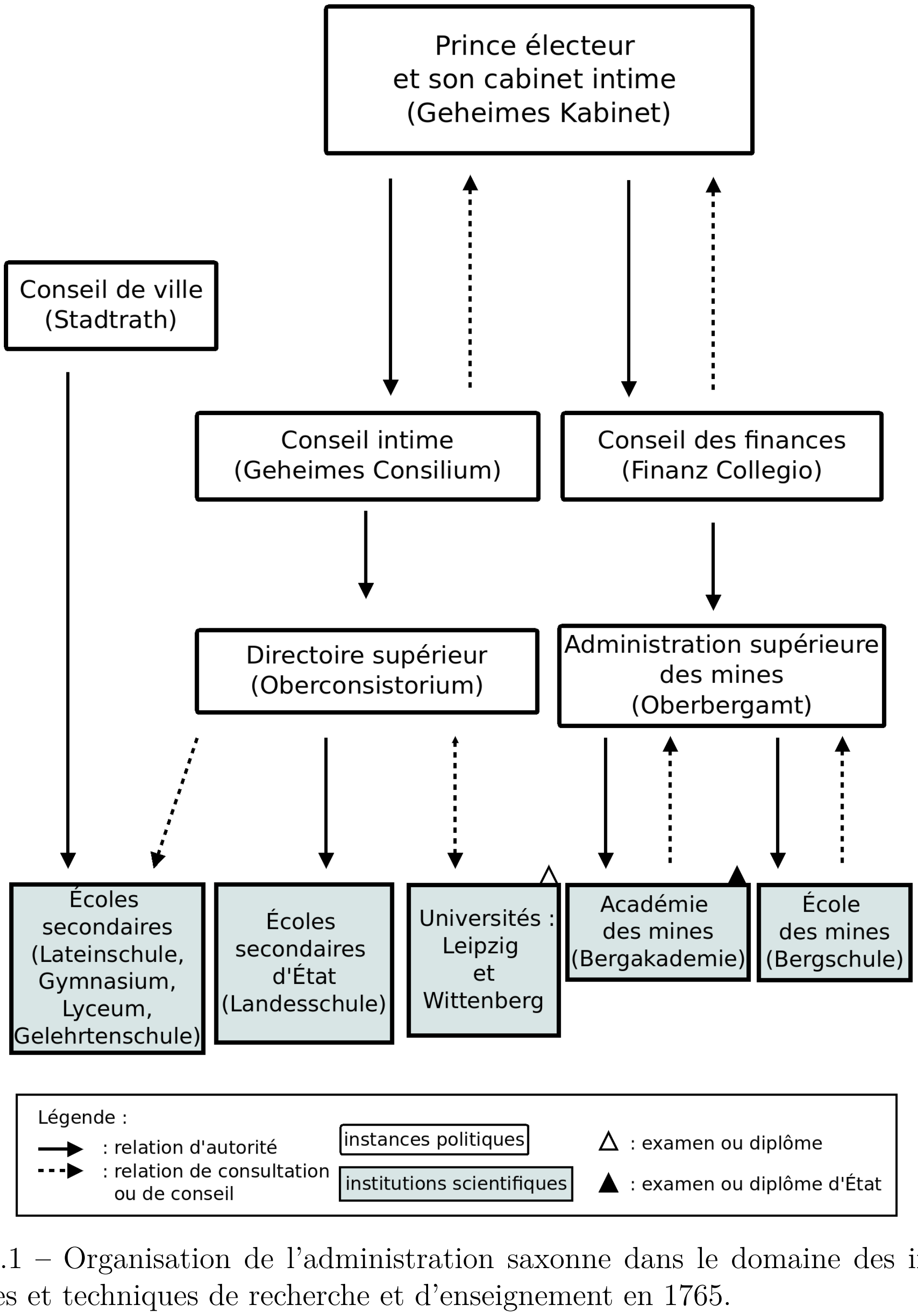


Figure B.1 – Organisation de l'administration saxonne dans le domaine des institutions scientifiques et techniques de recherche et d'enseignement en 1765.

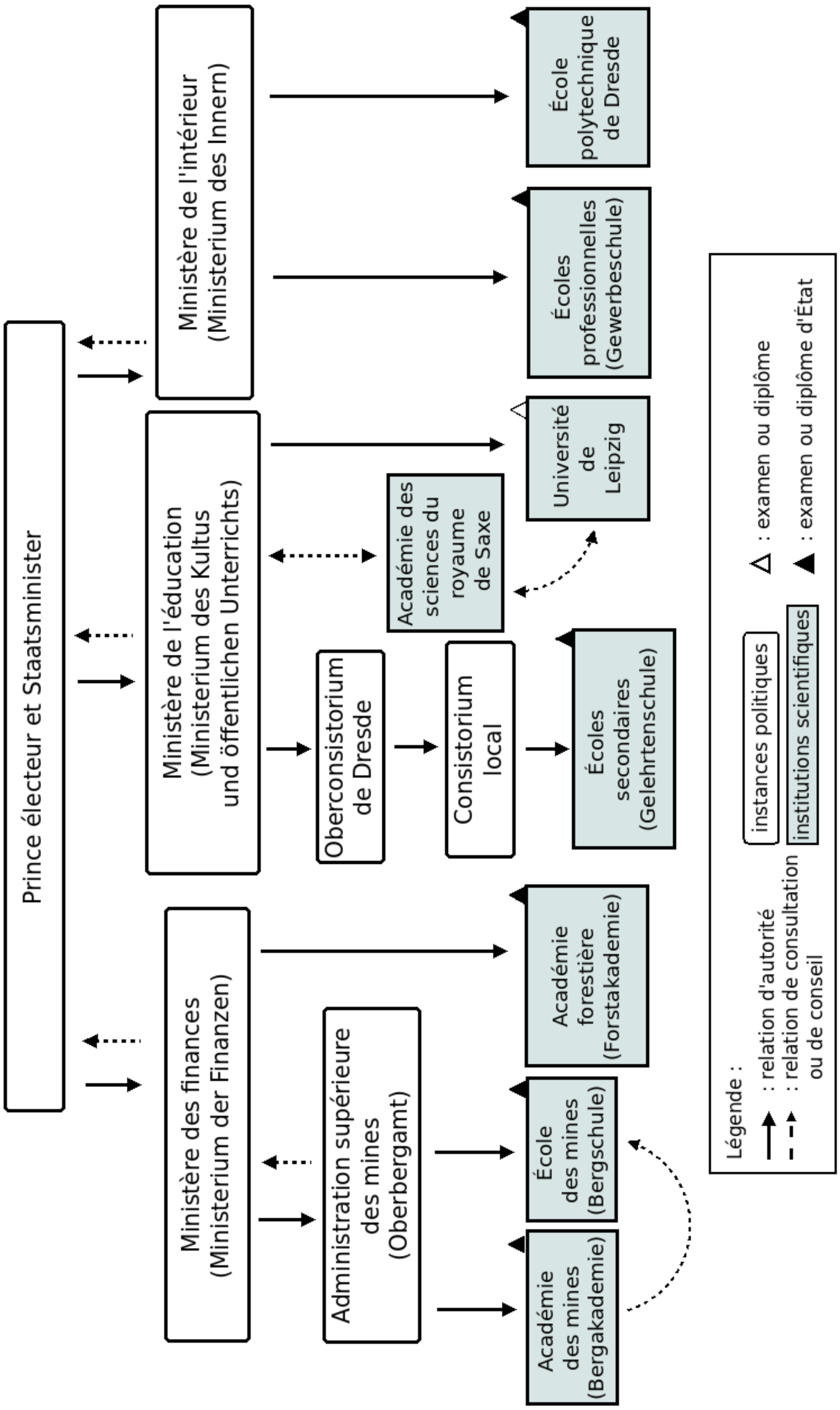


Figure B.2 – Organisation de l'administration saxonne dans le domaine des institutions scientifiques et techniques de recherche et d'enseignement en 1851.

B.3 Chronologie des réformes institutionnelles saxonnes :

La liste suivante contient les principales réformes institutionnelles réalisées dans les établissements scientifiques et techniques du royaume de Saxe entre 1765 et 1851.

- **1765 :** Création de l'Académie des mines de Freiberg (*Bergakademie Freiberg*).
- **1773 :** Introduction d'un nouveau règlement pour les écoles secondaires classiques.
- **1776 :** Création d'une École des mines (*Bergschule*) à Freiberg.
- **1797 :** Réforme du programme d'enseignement de l'Académie des mines de Freiberg.
- **1802 :** Ordonnance royale, qui met fin au recrutement des professeurs extraordinaires dans les universités saxonnes.
- **1806 :** Un plan de réforme de l'université de Leipzig est lancé, mais n'aboutit pas.
- **1814 :** Fermeture de l'université de Wittenberg.
- **1815 :** Perte de la partie nord de la Saxe, contenant notamment l'École d'État de Pforta, au profit de la Prusse.
- **1816 :** Ouverture de l'Académie forestière royale de Tharandt (*Königliche Sächsische Forstakademie*).
- **1818 :** Les deux écoles d'État de Grimma et de Meißen introduisent un examen de fin d'études secondaires.
- **1820 :** Suite aux décrets de Karlsbad, le roi de Saxe augmente son contrôle sur l'université de Leipzig.
- **1825 :** Réforme du programme d'enseignement de l'Académie des mines de Freiberg.
- **1828 :**
  - Introduction d'un examen d'entrée à l'Académie des mines de Freiberg.
  - Ouverture de l'Institut de formation technique de Dresde.
- **1829 :**
  - Création de l'Association industrielle pour le royaume de Saxe.
  - Décret introduisant en Saxe un examen de maturité, conditionnant l'entrée à l'université.
- **1830 :** Réforme de l'examen de maturité, qui inclut une épreuve écrite de mathématiques.
- **1831 :**
  - Les écoles classiques saxonnes, qui portent jusqu'alors des titres variés, sont rebaptisées *écoles classiques publiques* (*öffentlichen Gelehrten Schulen*).
  - Révolution en Saxe ; l'État se dote d'une constitution et des ministères sont créés.
- **1832 :** Réforme du programme d'enseignement de l'Institut de formation technique de Dresde.
- **1834 :**
  - L'université de Leipzig passe sous le contrôle direct de l'État saxon.
  - Rejet du projet de loi réformant l'enseignement secondaire classique.
- **1835 :** Décret sur l'administration des écoles secondaires classiques.
- **1835 :** Conférence des recteurs des écoles secondaires classiques.

- **1836 :**

– Ouverture de trois écoles professionnelles à Chemnitz, Plauen et Zittau.
– Réforme du programme d'enseignement de l'Institut de formation technique de Dresde.

- **1838 :** Réforme du programme d'enseignement de l'Institut de formation technique de Dresde.

- **1843 :** Décret introduisant un examen pour le recrutement des enseignants du secondaire.

- **1845 :** Première et seconde conférences des recteurs des écoles secondaires.

- **1846 :**

– Loi sur l'enseignement secondaire classique.
– Réforme du programme d'enseignement de l'Institut de formation technique de Dresde.
– Création de la Société royale des sciences de Saxe.

- **1847 :** Décrets sur le contenu et la méthode d'enseignement des mathématiques et des sciences naturelles dans les écoles secondaires classiques.

- **1848 :**

– Réforme de l'examen des enseignants du secondaire, mise en place d'une commission spécifique pour les mathématiques et les sciences naturelles.
– Réunion des enseignants de mathématiques et sciences naturelles des écoles secondaires classiques.

- **1851 :** L'Institut de formation technique est rebaptisé École royale polytechnique de Dresde.

C. La question des assurances dans les journaux de C.F. Hindenburg (1781-1795)

Ce tableau fournit la liste de tous les articles consacrés aux questions de mortalité, d'assurances et de rentes parus dans les journaux de C.F. Hindenburg (données obtenues à partir de LMNMO, 1781-1785 ; LMRAM, 1786-1789 ; ARAM, 1795-1800).

Titre	Date	Auteur	Profession
De la plus longue vie du genre féminin en comparaison avec le masculin	1781	Guden, P.P.	trésorier
Des rentes viagères et du choix de listes de mortalité appropriées pour leur calcul	1782	Guden, P.P.	trésorier
Expériences rassemblées sur la différence de mortalité des hommes et des femmes dans les caisses de veuves	1782	Kritter, J.A.	politique, administration
Représentation triangulaire de différents cas dans les caisses de veuves	1783	Kritter, J.A.	politique, administration
De la vraie détermination de la différence de mortalité entre hommes et femmes dans les sociétés de soins aux veuves	1783	Kritter, J.A.	politique, administration
Examen de la question, si les rentes viagères françaises actuellement en vogue sont correctement calculées, ainsi qu'un exposé de la manière correcte de calculer les rentes viagères sur la vie d'une, deux, trois ou plusieurs personnes liées	1784	Kritter, J.A.	politique, administration
Complément à l'article précédent	1784	Hindenburg, C.F.	professeur
Mémoire sur le calcul correct des annuités, ou rentes annuelles, habituelles en Angleterre, également nommées fonds d'amortissement, avec des remarques du Prof. Hindenburg	1784	Kritter, J.A.	politique, administration
De la vraie détermination de la différence de mortalité entre hommes et femmes dans les sociétés de soins aux veuves, deuxième partie	1784	Kritter, J.A.	politique, administration

Histoire des caisses de mortalité qui foisonnent en Allemagne, ainsi qu'un avis sur leur équité et leur pérennité	1786	Kritter, J.A.	politique, administration
Mémoire sur les caisses d'orphelins équitables et pérennes d'après des principes déjà connus	1786	Kritter, J.A.	politique, administration
Mémoire sur les tontines dans lesquelles une rente croissant annuellement est définie à l'avance à chacun, et où une somme donnée d'argent est promise	1786	Kritter, J.A.	politique, administration
Essai sur la détermination de la nature des tables de mortalité existantes à l'aide d'équations simples	1787	Kramp, C.	médecin
Trouver d'une manière courte et simple la formule de somme à l'ordre n pour les rentes variables	1787	Gruson, J.P.	militaire, administration
Plan d'une organisation et administration avantageuse pour les caisses de rentes viagères publiques	1788	Kramp, C.	médecin
Enseignement d'une méthode très courte et exacte, pour établir en quelques minutes les calculs de liquidation les plus considérables et les plus harassants des rentes d'un nantissement	1788	Kritter, J.A.	politique, administration
Deux questions sur le calcul des assurances	1795	Kästner, A.G.	professeur

D. Manuels et ouvrages mathématiques publiés à l'Académie des mines de Freiberg

Cette liste rassemble l'ensemble des ouvrages et manuels de mathématiques écrits par des professeurs de l'Académie des mines Freiberg, depuis sa création jusqu'en 1851. Afin de donner un aperçu aussi large que possible de leur activité, nous prenons en compte les traductions comme les ouvrages originaux. L'édition de ces ouvrages est parfois directement financée par l'Académie. Pour les personnes qui n'ont pas effectué la totalité de leur carrière à Freiberg, seule la partie concernée est listée ici. Toutes les parties des mathématiques, y compris les mathématiques appliquées et pratiques, sont incluses. On trouvera donc certains ouvrages qui, selon nos critères actuels appartiennent à la physique. Les parties expérimentales des sciences physiques, ainsi que les livres concernant uniquement les sciences de l'ingénieur et la construction de machines, sont cependant exclus. Le classement est réalisé par ordre chronologique de première édition.

- 1780 : J.F. Lempe, *Briefe über verschiedene Gegenstände der Mathematik*, Francfort et Leipzig, Haug.
- 1781 : J.F. Lempe, *Erläuterung der Kästnerischen Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie*, Altenburg, Richter.
- 1782 : J.F. Lempe, *Gründliche Anleitung zur Markscheidekunst*, Leipzig, Crusius.
- 1783-1784 : J.F. Lempe (traduction du latin), A.J. Lexell, *Polygonometrie oder Anweisung zur Berechnung jeder gradlinichten Figur*, Leipzig, Hilscher, 2 volumes.
- 1785 : J.F. Lempe d'après A. Beyer, *Gründlichem Unterricht vom Bergbau nach Anleitung der Markscheidekunst*, Altenburg, Richter.
- 1787 : J.F. Lempe, *Bergmännisches Rechenbuch*, Freiberg, Barthel (un second volume est publié en 1788, sans indication sur le lieu d'impression).
- 1790 : J.F. Lempe, *Rechenbuch für diejenigen jungen Leute welche sich dem praktischen Bergwesen widmen*, Freiberg et Annaberg, Craz. Réédition en 1808.
- 1796 : J.F. Lempe (traduction du français), P. du Buat, *Des Herrn von du Buat Grundlehren der Hydraulik, mit Anmerkungen und und Zusätze herausgegeben*, Leipzig, Barth.
- 1801 : F.G. von Busse, *Neue Erörterungen über Plus und Minus : Tadel einiges bisherigen und Darstellung eines genaueren Gebrauches desselben für die Trigonometrie, und andere arithmetische, statische und hydrostatische Aufgaben*, Cöthen, Aue.
- 1804 : F.G. von Busse, *Vergleichung zwischen Carnots und meiner Ansicht der Algebra und unserer beyderseitig vorgeschlagenen Abhelfung ihrer Unrichtigkeit*, Freiberg, Craz.
- 1806 : F.G. von Busse, *Anfangsunterricht in der Geometrie*, Leipzig, Crusius, 2 volumes (il s'agit de la 3^e^ édition, considérablement remaniée, de son cours de géométrie).
- 1808 : F.G. Busse, *Neue Methode des Grössten und Kleinsten nebst Beurtheilung und einiger Verbesserung des bisherigen Systems*, Freiberg, Craz.
- 1808 : F.G. von Busse, *Erster Unterricht in der algebraischen Auflösung arithmetischer und geometrischer Aufgaben*, Freiberg, Craz (seconde édition).

- 1812-14 : D.F. Hecht, *Lehrbuch der Arithmetik und Geometrie : 1. die gemeine arithmétique, 2. die allgemeine Arithmetik, die gemeine Geometrie und Trigonometrie*, Freiberg, Craz, 2 volumes (rééditions en 1840 et 1853).
- 1819 : D.F. Hecht, *Tafel zur Berechnung der Längen und Breiten für die Sohle zum Gebrauche der Vorlesung über theoretische Markscheidekunst bey der Bergakademie zu Freyberg*, Freiberg, Craz.
- 1819 : D.F. Hecht, *Erste Gründe der mechanischen Wissenschaften mit Hinsicht auf Bergmaschinenlehre*, Freiberg, Craz (réédition en 1843).
- 1824 : D.F. Hecht, *Von den quadratischen und kubischen Gleichungen, von den Kegelschnitten, und von den ersten Gründen der Differential- und Integral-Rechnung*, Leipzig, Reclam.
- 1825 : F.G. von Busse, *Formulae Radii osculatoris quoad valores earum positivos ac negativos et ventilatae et diligentius quam fieri solet explicatae*, Dresde, Arnold.
- 1825-1827 : F.G. von Busse, *Bündige und reine Darstellung des warhaften Infinitesimal-Calculs, wie sich besonders auch für wissenschaftliche Practiker rathsam ist*, Dresde, Arnold, 3 volumes.
- 1829 : D.F. Hecht, *Lehrbuch der Markscheidekunst*, Freiberg, Craz.
- 1829 : D.F. Hecht, *Nachtrag zu den ersten Gründen der Differenzial- und Integral-Rechnung*, Leipzig, Reclam.
- 1835 : J. Weisbach, *Leitfaden zum Unterrichte in der niedern Mathematik*, Leipzig et Berlin, Weidmann.
- 1842 : J. Weisbach, *Tafel der vielfachen Sinus und Cosinus zum Gebrauche für praktische Geometer und Mechaniker überhaupt und für Markscheider besonders*, Leipzig et Berlin, Weidmann (9e édition publiée en 1911).
- 1842-1843 : J. Weisbach, *Untersuchungen in dem Gebiete der Mechanik und Hydraulik*, Leipzig et Berlin, Weidmann, 2 volumes.
- 1848 : J. Weisbach, *Der Ingenieur : Sammlung von Tafeln, Formeln und Regeln der Arithmetik, Geometrie und Mechanik*, Braunschweig, Vieweg (6e édition publiée en 1874).
- 1849 : J. Weisbach, *Die ersten Grundlehren der höhern Analysis oder Differenzial- und Integralrechnung. Für das Studium der practischen Mechanik und Naturlehre möglichst populär bearbeitet*, Braunschweig, Vieweg.
- 1851 : J. Weisbach, *Die neue Markscheidekunst*, Braunschweig, Vieweg (un second volume est publié en 1859).

E. Programme d'enseignement des mathématiques à l'Académie forestière de Tharandt en 1846

Ce programme de mathématiques est reproduit et traduit par nous du compte rendu publié chaque année par la *Forstakademie*, le *Forstwirthschaftliches Jahrbuch* (FJ, vol. 3, 1846, pp. 295-297). La présentation a été légèrement modifiée.

Cursus I

- **Arithmétique et algèbre, pures et appliquées** (4 heures hebdomadaires en été) : Le cursus d'enseignement commence avec une brève révision (dans laquelle on suppose acquises les bases de l'arithmétique et de l'algèbre) de la théorie et des usages du calcul numérique et littéral, et va jusqu'aux équations supérieures. Une attention particulière est portée aux multiples applications dans la vie civile.

- **Planimétrie et métrologie inférieure** (4 heures hebdomadaires en hiver) : Une fois la planimétrie - qui est surtout enseignée à titre de révision et en lien avec les deux matières - terminée, débute la métrologie (géométrie pratique au sens étroit du terme). Elle montre principalement la théorie, la fabrication, le maniement et l'utilisation des instruments les plus utiles [*gebräuchlichsten*] et les plus applicables à l'économie rurale et forestière. Elle sert de préparation au cours de :

Cursus II

- **Exercices pratiques de mesure** (2 après-midi hebdomadaires en été) : La ligne directrice doit ici être moins une complète scientificité que le besoin et l'applicabilité [*Anwendbarkeit*] dans la vie professionnelle. Pour cette raison, ces exercices se limitent aux exercices principaux les plus simples et les plus pratiques.

- **Trigonométrie et métrologie supérieure** (4 heures hebdomadaires en été) : Les enseignements se limitent à la trigonométrie plane et à une présentation de l'arpentage trigonométrique des bois et rivières, auxquelles se rattache une description générale des instruments les plus utiles à ce but. La trigonométrie est accompagnée d'un court abrégé de géométrie courbe, c'est-à-dire de théorie des coniques.

- **Stéréométrie et mathématiques forestières** (3 heures hebdomadaires en hiver) : La géométrie dans l'espace, si utile pour l'agriculteur et le sylviculteur, est présentée sous ses différents aspects pratiques, en détaillant toutes les applications importantes. Les mathématiques forestières doivent avoir pour objet l'application spécifique des mathématiques dans l'exploitation pratique des forêts. Les exemples nécessaires à l'explication ne manqueront pas non plus ici, et seront parfois menés conjointement avec le professeur de sciences forestières.

F. Programme de mathématiques de l'Institut de formation technique de Dresde en 1835-36

Cette annexe présente une description détaillée des enseignements de l'Institut de formation technique de Dresde au cours de l'année 1835-1836. Les matières sont décrites par les deux mathématiciens chargés de les enseigner, Schubert et Rühlmann, dans le cadre du rapport annuel envoyé au ministère de l'intérieur pour l'année 1835-1836, conservé dans l'acte HStA Dresden, 11 125 Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Nr. 10 072, pp. 155r-159v. Il s'agit de la première année qui suit l'introduction d'un nouveau programme d'enseignement. Nous avons effectué la traduction en respectant autant que possible la présentation originale.

Remarques sur les enseignements dans les matières qui ont été confiées, à l'Institut de formation technique de Dresde, au soussigné.

1. Théorie des machines.

Celle-ci se divise en deux parties ; la première comprend la totalité de la mécanique théorique, en lien constant avec son utilisation en théorie des machines ; la seconde contient l'application spécifique de ces lois à la construction des machines en général, ainsi qu'à la construction de parties de machines et aux calculs d'efforts.

Puisque l'exposé de la théorie des machines ne suppose que le calcul numérique et littéral, ainsi que la géométrie, la trigonométrie et les éléments de la théorie des coniques, il est inévitable que de nombreux théorèmes non négligeables de la mécanique ne puissent être prouvés de manière rigoureuse. La démonstration est dans ces cas menée soit par induction, ou bien en montrant que les théorèmes correspondent à l'expérience pratique.

2. Analyse et géométrie analytique.

La première partie, ou analyse, comprend :

– La théorie des fonctions de grandeurs variables en général
– La théorie des coefficients indéfinis des suites de grandeurs variables, et leur application à la transformation de fonctions rationnelles en suites, au retour des suites, à la décomposition de fonctions rationnelles en fractions partielles. Ainsi que,

– le théorème binomial,
– le calcul des logarithmes,
– le calcul des fonctions trigonométriques ou la détermination des suites du sinus, cosinus etc. d'un arc de cercle

– le calcul différentiel et
– le calcul intégral

Le calcul différentiel sera traité de manière complète, en incluant la théorie des minima et maxima ; le calcul intégral ne comprend par contre que la détermination des intégrales les plus courantes, en incluant la méthode pour amener une expression différentielle donnée à une forme intégrable.

La deuxième partie, ou géométrie analytique, comprend tout d'abord :

– la théorie des systèmes de coordonnées,
– la transformation des coordonnées,
– ainsi que la détermination des formules générales pour la tangente, la subtangente, la normale, la subnormale, le rayon de courbure, la rectification, la cubature des lignes courbes et enfin l'étude spécifique de toutes les lignes de courbure simple.

3. Mécanique supérieure.

Toute la mécanique, statique et dynamique des corps solides, la statique et la dynamique des corps liquides et gazeux, sont ici traitées de manière complètement scientifique à l'aide du calcul différentiel et intégral, sans cependant perdre des yeux la relation entre la science et la vie pratique.

4. Conception et calcul de machines.

Les élèves doivent concevoir et esquisser des machines techniques, simples dans un premier temps, puis composées après quelques exercices, selon des conditions et des exigences fixées par moi, avant de calculer l'effort, et enfin de les dessiner au propre en les assortissant d'une description. Le premier brouillon ou esquisse est contrôlé par moi avant la mise au propre, en présence de l'élève qui doit y apporter les améliorations nécessaires, et ce jusqu'à ce que le brouillon soit débarrassé des erreurs les plus grossières. Avec les trois heures qui sont allouées à la conception de machines, je prévois qu'un exercice sera terminé au moins toutes les quatre semaines.

Johann Andreas Schubert

Remarques sur le déroulement, la succession et la méthode des contenus d'enseignement en mathématiques élémentaires, par l'enseignant Rühlmann.

Avant de commencer à décrire les matières que je dois enseigner, je pense devoir commencer par exposer ce qui suit. Dans un établissement comme le nôtre, il me semble particulièrement important de rendre les concepts scientifiques aussi clairs que possible, et de les considérer avant tout du point de vue de leurs applications dans la vie pratique, afin que les élèves, durant l'exposé strictement systématique et scientifique (qui de mon point de vue ne doit jamais manquer en mathématiques), remarquent néanmoins toujours immédiatement la possibilité et la manière dont ils s'appliquent.

Num. 1. Géométrie descriptive

– 1., des angles et des surfaces, ainsi que les constructions reliées.
– 2., égalité des figures géométriques, aussi bien selon leur taille ou leur forme que par rapport à leur volume. Constructions reliées.
– 3., figures semblables en terme de transformation, de divisibilité etc.
– 4., du cercle : descriptions des lignes droites et des angles dans et sur le cercle.
– 5., divisions, qui se rapportent au cercle et aux constructions de polygones angulaires.
– 6., constructions et propriétés des coniques.
– 7., relations des coniques avec les lignes droites, le cercle et les polygones.
– 8., ovales, spirales, hélicoïdes et cycloïdes, chaînettes etc.
– 9., constructions qui se rapportent à des relations entre plans et lignes droites. Angles solides, arêtes et angles des bords latéraux.
– 10., représentation et usage des corps angulaires.
– 11., des surfaces courbes. Construction des surfaces de cônes, de cylindres, surfaces développables, surfaces de révolution.
– 12., détermination du volume et de la surface des corps.

Num. 2. Calcul ordinaire, arithmétique et équations jusqu'au second degré inclus

Je pense devoir séparer ici dans un premier temps le calcul ordinaire [*gemeine Rechenkunst*] des éléments proprement mathématiques et scientifiques. Le calcul ordinaire ne sera pour moi qu'un moyen d'introduction, et j'y consacrerai la totalité des heures des premières semaines. À ce moment-là, je pense avoir présenté et étudié de manière pratique les principaux éléments de la théorie des nombres abstraits, tels qu'ils sont contenus dans les exercices du professeur Schubert. Je pourrai donc ensuite commencer à présenter chaque semaine quatre heures d'arithmétique générale, comme l'élément d'un chemin parmi l'ensemble des mathématiques élémentaires. La cinquième heure sera utilisée pour le calcul ordinaire pratique, ainsi que pour des exercices pratiques, durant tout le cursus.

En arithmétique concrète, je suivrai en grande partie les exercices du professeur Schubert, pour ne m'en éloigner que sur des points mineurs ; par exemple en présentant les équations du premier degré avant la théorie des puissances et des racines, et après ces opérations la théorie des relations et des proportions, afin de présenter spécifiquement leur lien avec la plus grande généralité, pour rendre plus claire l'application du calcul littéral au calcul numérique, et le lien entre les deux. Toutes les parties restantes doivent être traitées dans l'ordre indiqué ci-dessus, les théorèmes généraux des équations supérieures seront laissés de côté, et l'on ne présentera de ces derniers que ce qui est nécessaire à leur application à la géométrie.

Num. 3. La géométrie plane et dans l'espace, les deux trigonométries et la théorie des coniques.

Avec la direction absolument pratique dans le traitement de la géométrie, je ne pense pas pouvoir m'abstenir d'amener l'élève à penser et à découvrir par lui-même les théorèmes et leurs preuves. Bien qu'il soit possible de lui demander d'établir lui-même les premiers théorèmes, il y a cependant un certain nombre de théorèmes avec lesquels le débutant doit s'être tout particulièrement familiarisé, avant de pouvoir réussir à trouver avec succès d'autres théorèmes et leurs démonstrations.

J'ai toujours observé cette méthode dans mes précédents enseignements de géométrie, mais j'ai cependant donné à certains théorèmes le nom de théorèmes principaux [*Hauptsätze*], présenté ceux-ci avec soin à mes élèves, mis en évidence leur décomposition en de multiples formes. J'ai été ensuite assez heureux qu'ils montrent la capacité, après avoir mémorisé dans cet ordre ces théorèmes, de mener à bien, et conséquemment, n'importe quel exercice géométrique ou travail pratique.

Je choisirai donc toujours la méthode systématico-algébrique, en respectant la succession suivante pour les objets d'étude :

I. Géométrie plane et dans l'espace

a., Planimétrie

1., notions fondamentales de géométrie.
2., des angles. Des lignes parallèles et sphériques en général.
3., des congruences de triangles et les théorèmes liés.
4., des triangles semblables et des figures planes en général.
5., de la comparaison des surfaces.
6., du cercle et des angles polaires.
7., application des théorèmes précédents. Construction de formules algébriques.
8., détermination pratique de volumes. Comparaison de figures semblables. Exercices algébrico-géométriques.

b., Stéréométrie

1., positions respectives des lignes et des plans.
2., polyèdres.
3., des corps réguliers en général et des pyramides, sphères et cylindres en particulier.
4., détermination de volumes et de surfaces de corps.
5., exercices stéréométrico-algébriques.
6., sphérique (triangles sphériques).

II. Trigonométrie plane

1., connaissances préalables générales.
2., formules géométriques. Équations cubiques.
3., applications aux triangles plans.
4., polygonométrie (seulement les théorèmes indispensables).

III. Trigonométrie sphérique

1., application de la trigonométrie plane aux triangles sphériques.
2., transformation des deux théorèmes principaux pour les cas particuliers et pour les

calculs logarithmiques.

3., applications à la géométrie pratique et mathématique et à la stéréométrie.

IV. Coniques

1., sur les systèmes de coordonnées.
2., équations des lignes droites.
3., lignes coniques en général.
4., considérations spécifiques de chaque ligne conique particulière.

G. Mémoires scientifiques des programmes de l'Institut de formation technique de Dresde (1836-1856)

Ce tableau donne la liste des mémoires scientifiques (titres et auteurs) publiés entre 1836 et 1856 à l'Institut de formation technique de Dresde, rebaptisé en 1851 École polytechnique de Dresde. Les noms en gras signalent les enseignants et professeurs de mathématiques. (1836-1856, source : TBA).

Professeur	Titre du livret	Année
Schubert, J.A.	Indications sur la navigation à vapeur sur l'Elbe supérieure	1836
Jähkel, F.	Sur le paratonnerre, avec des suggestions pour la fabrication bon marché de celui-ci	1837
Jähkel, F.	Sur le traitement de la soie crue pour le dégommage et le blanchissement	1838
Schubert, J.A.	Sur l'applicabilité des ventilateurs [*Flügel- oder Centrifugal-Gebläses*]	1839
Geinitz, H.B.	Sur la lignite en Saxe	1840
Jähkel, F.	Sur la fabrication de bougies en stéarine	1841
Schubert, J.A.	Essai d'un nouveau fondement des principes de la mécanique	1842
Seebeck, A.	Sur la réflexion et la diffraction acoustique	1843
Jähkel, F.	Indication pratique concernant la fabrication de la tôle en argentan	1844
Schubert, J.A.	Sur les lignes d'appui libres ou imposées, et sur la transmission des pressions dans les corps solides, comme introduction à une théorie des voûtes	1845
Seebeck, A.	Sur la retraite [*Schwindung*], avec une utilisation particulière pour l'analyse de l'élasticité des corps solides	1846
Heine, G.	Communication sur la construction et l'aménagement du nouveau bâtiment de l'Institut de formation technique de Dresde	1847
Jähkel, F.	Notices statistiques concernant le tannage du cuir en Saxe	1848
Schubert, J.A.	Théorie des turbines hydrauliques	1849
Lösche, G.E.	Remarques sur la résistivité des chaînes hydroélectriques	1850
Schlömilch, O.	Les développements en série du calcul différentiel et intégral	1851
Fort, O.	Théorie des tangentes, avec une annexe contenant quelques formules de sommation	1852
Stein, W.	Sur un nouveau colorant de Chine	1853
Schubert, J.A.	Sur l'étaiement et la construction des voûtes droites, et particulièrement courbes	1854
O. Schlömilch	Théorie des chaînettes	1855
Hülße, J.A.	Sur les caisses de maladie et d'assistance pour les classes populaires les moins aisées	1856

H. Mémoires scientifiques des programmes des Écoles professionnelles de Chemnitz, Zittau et Plauen (1836-1850)

Ces tableaux donnent la liste des mémoires scientifiques des Écoles professionnelles de Chemnitz, Zittau et Plauen, depuis leur création en 1836 (le programme de Chemnitz commence en 1837) jusqu'en 1850. Les noms en gras signalent les enseignants et professeurs de mathématiques.

Professeur	Titre du livret	Année
Rühlmann, C.M.	Ébauche sur les moulins à moudre saxons, et leur méthode de mouture	1837
Schenker, T.E.	Contribution à l'art de jauger	1838
Stöckhardt, J.A.	Recherche technico-chimique sur les différents types de houilles de Zwickau	1839
Conradi, E.	Sur la construction en pisé	1840
Hülße, J.A.	Sur le calcul d'observations par la méthode des moindres carrés	1841
Bünau, H. von	Sur la fabrication de l'ammoniac en général, et sur l'usine de Nußdorf près de Vienne en particulier	1842
Stöckhardt, J.A.	Sur les colorants en général, et les colorants toxiques en particulier	1843
Hülße, J.A.	Description et calcul d'une expérience de freinage sur une machine à vapeur oscillante	1844
Ludwig, H.F.T.	Déduction élémentaire des propriétés principales des cycloïdes, qui trouvent une application en mécanique	1845
Bünau, H. von	Aperçu comparatif des méthodes de représentation graphique, et en particulier de celles en usage dans le domaine technique	1846
J.A. Hülße	Les machines à vapeur dans le royaume de Saxe, une contribution à la statistique industrielle	1847
Bahr, C.C.	L'enseignement de l'allemand à l'École professionnelle de Chemnitz	1848
Hülße, J.A.	Description du bâtiment de l'École professionnelle	1849
Brückman, R.	Sur la construction et l'utilisation des indicateurs pour machines à vapeur	1850

Figure H.1 – Mémoires scientifiques dans les programmes de la *höhere Gewerbeschule* de Chemnitz (1837-1850).

Professeur	Titre du livret	Année
Preßler, M.R.	Sur la formation théorique des commerçants et sur les établissements professionnels, en particulier celui de Zittau	1837
Preßler, M.R.	Quelques remarques sur la fabrication du lin, en lien avec la décoloration des toiles	1838
Seidemann, G.A.	Expérience sur l'influence de l'électricité artificielle sur la croissance des plantes	1839
Preßler, M.R.	Description d'un moulin à vent, construit à Breslau selon le modèle anglo-américain	1840
Krause, J.	Sur l'utilisation des praticultures, en relation avec les environs de Zittau	1841
Hallbauer, A.	Travail mécanique des forces et puissances des machines	1842
Preßler, H.	Contributions à la connaissance du lignite de Zittau	1843
Schramm, C.A.	Sur l'étaiement de la tour penchée de la nouvelle Marienkirche de Turnau en Bohême	1844
Lindemann, F.	Sur la situation et l'importance des écoles professionnelles de Saxe	1845
Krause, J.	Application de quelques théorèmes des rapports et de la mesure des figures géométriques à des problèmes géométrico-pratiques de partage de surfaces agricoles	1846
Schmidt, C.H.	Considérations sur les roues à aubes verticales	1847
Oberreit, L.E.H.	Étude sur la représentation graphique des fonctions	1848
-	*Exemplaire manquant*	1849
Dietzel, K.F.	Théorie de la suspension bifilaire	1850

Figure H.2 – Mémoires scientifiques dans les programmes de la *Gewerbeschule* de Zittau (1836-1850).

Professeur	Titre du livret	Année
Pfretzschner, C.G.	Sur le but et l'utilité des écoles professionnelles	1836
Kohl, F.G.	Quelques remarques sur la théorie des projections, en lien avec l'utilité qu'elle exerce dans les arts et le commerce	1837
Thieme, F.E.	Sur la dilatation de l'air et son utilisation technique	1838
Göbel G.F.W.	Mémoire sur les installations de chauffage	1839
Thieme, F.E.	Sur la rentabilité des appareillages techniques	1840
Kohl, F.G.	Sur le chauffage par air chaud	1841
Göbel G.F.W.	Remarques sur les poêles et description d'un poêle pour chauffage périodique	1842
Thieme, F.E.	L'amortissement des dettes communales	1843
Kohl, F.G.	Sur les scies circulaires	1844
Bleyl, H.	Sur l'aménagement des fossés pour les moulins et autres machines	1845
Thieme, F.E.	Les six équations de conditions de la statique, avec applications géométriques	1846
Otto, E.	Description et plan du bâtiment de l'École professionnelle de Plauen	1847
-	*Exemplaire manquant*	1848
Pfretzschner, C.G.	Rétrospective sur le développement de l'enseignement dans le royaume de Saxe	1849
Thieme, F.E.	Sur les équations du troisième degré	1850

FIGURE H.3 – Mémoires scientifiques dans les programmes de la *Gewerbeschule* de Plauen (1836-1850).

I. Programme de mathématiques à l'École professionnelle supérieure de Chemnitz (1840)

Il s'agit du programme de mathématiques publié en 1840 par l'École professionnelle supérieure de Chemnitz [1]. Nous avons effectué la traduction en respectant autant que possible la présentation originale (certaines parties ont été abrégées, en particulier concernant le dessin technique).

Première année :

1. Arithmétique, six heures hebdomadaires, (v. Bünau, calcul numérique, d'après Otto, *Lehrbuch der niedern Arithmetik*, Dresde, 3e édition. - calcul littéral et algèbre, d'après le *Leitfaden* de Brettner, Breslau 1839, 3e édition.)

Calcul numérique : Notion de nombre. - Compter. - Les quatre opérations sur les nombres entiers et les nombres rationnels abstraits. - Fractions décimales. - Les quatre opérations sur les nombres concrets. - Calcul de proportions. - Calcul à la chaîne. - Règle de compagnie. - Alligation.

Calcul littéral : Des grandeurs contraires en général. - Les quatre opérations sur les grandeurs générales. - Élever à une puissance et extraire une racine. - Des racines. - Des logarithmes. - Équations simples avec une ou plusieurs inconnues. - Équations du second degré. - Équations indéfinies. - Relations, proportions et progressions. - Principaux théorèmes de la science des combinaisons. - Le théorème binomial avec exposant entier positif.

2. Géométrie, trois heures hebdomadaires, (Rühlmann, d'après Meyer, *Lehrbuch der Geometrie*, Potsdam 1838).

Principes. - Positions des droites entre elles. - Parallélisme. - Propriétés des triangles plans. - De la congruence des triangles. - Des quadrilatères et des polygones. - Comparaison des parallélogrammes et des triangles. - Des cercles. - De la mesure des aires et des surfaces. - Proportionnalité des lignes. - Similitude des figures. - Proportionnalité des surfaces. - Détermination du volume des figures. - Quelques propriétés particulières des triangles. - Proportionnalité des lignes du cercle. - Polygones. - Mesure du cercle. - Positions relatives des droites et des plans. - Des angles solides et des pyramides. - Des prismes. - Du cône et du cylindre. - De la sphère. - Construction sur la surface de la sphère. - Des corps réguliers.

3. Théorie des projections (géométrie descriptive) et dessin linéaire d'après modèle, six heures hebdomadaires, (v. Bünau, d'après Le Blanc, *Lehre von den Projectionen*

1. GBC, 1840, pp. 25-32.

und Maschinenzeichnen, version allemande, Vienne 1839).

Théorie des projections : projections de lignes, surfaces et corps, simples et composés. Projections de corps étendus se recouvrant mutuellement. - Projections de vis, de roues dentées etc. - Construction d'ombres. - Ombres portées de lignes sur des surfaces, de surfaces sur des surfaces, de corps sur des surfaces et de corps sur des corps. - L'encrage des dessins.

Dessin d'après modèle : on s'intéressera ici surtout aux éléments qui d'une part peuvent favoriser l'enseignement parallèle de physique, c'est-à-dire les pompes à air, microscopes, machines à électricité etc., et d'autre part ceux qui peuvent servir de préparation pour la chimie, la technologie et le dessin des machines, comme le dessin de matériel chimique, d'instruments et d'outils.

Deuxième année :

Trigonométrie et théorie des courbes, cinq heures hebdomadaires, (Rühlmann, d'après Burg, *Compendium der höhern Mathematik*, Vienne 1836)

Trigonométrie plane et sphérique : goniométrie. - Les trois équations de base de la trigonométrie plane. - Résolution des triangles plans. - Équations de base pour la résolution des triangles sphériques.

Théorie des courbes : détermination de la position d'un point. - Équation du point et de la ligne droite. - Exercices sur la ligne droite. - Équations du cercle, de l'ellipse, de l'hyperbole et de la parabole en coordonnées orthogonales. - Transformation des coordonnées et coordonnées polaires. - Identité des lignes coniques et des lignes du deuxième ordre. - Sections de cylindre. - Propriétés particulières des lignes coniques. - Propriétés des lignes transcendantes. - Quadrature et cubature d'après la méthode de Simpson. - Application, supposant acquise la trigonométrie, à la géodésie, la physique, la mesure des tonneaux, etc.

Remarque : En dehors des objets indiqués, on présentera aux élèves, après qu'ils aient au moins appris les deux trigonométries, un abrégé de géographie mathématique, en se basant sur l'ouvrage suivant : *Anfangsgründe der mathem. Geographie*, Studer, Berne, 1836.

Arithmétique, une heure hebdomadaire, (Rühlmann, d'après Burg, *Compendium der höhern Mathematik*)

Fonctions en général. - Théorème binomial. - Théorie des équations supérieures. - Sur la résolution approchée d'après Newton et Lagrange. - Série. - Méthodes d'interpolation. - Calcul de logarithmes. - Séries trigonométriques.

Dessin de machines, six heures hebdomadaires, (Rühlmann).

Troisième année :

Mécanique, dix heures hebdomadaires, semestre d'été, (Rühlmann, d'après son propre livre, Dresde, Arnold, 1840)

1. Géostatique.
2. Géodynamique.
3. Hydrostatique.
4. Hydrodynamique.
5. Aérostatique.
6. Aérodynamique.

Théorie des machines, dix heures hebdomadaires, semestre d'hiver, (Rühlmann, d'après son propre livre à paraître chez Arnold, Dresde).

Arithmétique, une heure hebdomadaire, révision et suite des objets de la deuxième classe, (Rühlmann, d'après Burg, *Compendium der höhern Mathematik*, Vienne, 1836.)

Dessin de machines et esquisses, (Rühlmann).

Pour la deuxième et troisième année simultanément :

1) Technologie mécanique, deux heures hebdomadaires, (Rühlmann, principalement d'après Karmasch, *Grundriß der mechanischen Technologie*, Hanovre, 1837).

2) Arpentage et dessin de situation, huit heures hebdomadaires, (v. Bünau), uniquement l'été.

Arpentage à la chaîne et à la table à mesurer. - Établissement et jalonnage des lignes sur le terrain. - Établissement des angles. - Mesurer avec la chaîne. - Déterminer les distances avec la chaîne. - Cadastrer avec la table à mesurer. - Recoupement - Arpentage de terrain avec la chaîne, miroir et astrolabe. - Le nivellement. - Le réseau trigonométrique.

3) Perspective, semestre d'hiver, une heure hebdomadaire, (Rühlmann).

4) Nivellement et praticulture, v. Bünau, dans un créneau à déterminer, deux heures hebdomadaires.

J. Programme d'enseignement des mathématiques dans les écoles secondaires classiques en 1847

Le programme d'enseignement des écoles secondaires classiques est publié le 27 décembre 1846. Il est complété l'année suivante par les décrets des 27 et 28 octobre 1847 ; le premier est un document spécialement consacré aux mathématiques dans lequel se trouve le programme suivant [1]. Il détaille le contenu du programme pour les quatre dernières classes du *Gymnasium*. Nous avons effectué la traduction en respectant autant que possible la présentation originale.

Quatrième classe :

Arithmétique :	**Géométrie :**
Premier semestre :	
Révision et justification plus rigoureuse des types de calculs appris au *Progymnasium* ou ailleurs. Théorèmes des nombres premiers, de la décomposition en facteurs premiers, du plus grand diviseur commun, du plus petit commun multiple. Début de la théorie des proportions et application à la règle de trois.	Révision et compléments des notions de conception géométrique [*Anschauungslehre*] apprises jusque-là, avec les exercices nécessaires - ensuite théorie des angles ; théorème de congruence des triangles, théorèmes liés et exercices.
Deuxième semestre :	
Révision de ce qui précède (théorèmes des nombres premiers etc.). Passage des fractions usuelles aux fractions décimales (dans la mesure où il est nécessaire de le traiter à nouveau par rapport aux cours précédents).	Après une révision claire des concepts de base, théorie des parallèles et des parallélogrammes.

1. Voir Schreyer, 1852, pp. 115-116.

Troisième classe :

Arithmétique :

Premier semestre :

Révision du calcul avec fractions décimales. Calcul des racines carrées et cubiques ; suite de l'introduction de la théorie des proportions, avec applications aux calculs pratiques qui s'appuient dessus.

Deuxième semestre :

Éléments de calcul littéral. Concept et description des nombres communs ; liens avec les quatre opérations usuelles. Nombres inverses et opposés. - Théorèmes du calcul des puissances avec exposants entiers positifs et négatifs ; multiplication et divisions des polynômes communs.

Algèbre. Concept de l'équation analytique et synthétique. Détermination du grade d'une équation à une inconnue. Résolution des équations du premier degré à une inconnue. Traitement des exercices qui mènent à des équations du premier degré à une inconnue.

Géométrie :

Premier semestre :

Théorie de l'égalité des figures. Théorème de Pythagore et ceux qui lui sont liés - Transformation et division des figures (à utiliser particulièrement dans les exercices). - Théorèmes du cercle en lien avec les lignes droites, les angles et les figures rectilignes.

Deuxième semestre :

Théorie des triangles et des polygones semblables, et des proportions dans le cercle.

Deuxième classe :

Arithmétique :

Premier semestre :

Théorie générale des puissances, notamment la généralisation des règles précédemment trouvées pour les puissances avec exposants positifs fractionnaires et négatifs ; nombres imaginaires. - Apprentissage des logarithmes, de la structure et de l'utilisation des tables de logarithmes. - Progressions arithmétiques et géométriques. Applications de celles-ci aux calculs d'intérêts et de rentes.

Géométrie :

Premier semestre :

Première partie de la stéréométrie, c'est-à-dire : les positions respectives des lignes droites et des plans dans l'espace ; Concept de projection orthographique et perpective d'une ligne droite et d'une figure rectiligne. Quelques éléments de géométrie dite descriptive (où l'on trouve beaucoup de ressources pour des exercices très utiles). - L'angle solide ou angle trièdre ; théorème de congruence des angles solides.

Deuxième semestre :

Résolution des équations du premier degré à plusieurs inconnues, ainsi que celles des équations pures ou mélangées du second degré à une inconnue. Exercices qui mènent à des équations de ce type.

Révision des théorèmes sur les triangles semblables, sur la similitude des figures et sur les proportions du cercle. Mesure des figures ; Mesure du cercle. - Résolution d'exercices géométriques en partie avec les méthodes analytiques des anciens, en partie à l'aide des équations.

Première classe :

Arithmétique :

Géométrie :

Premier semestre :

Analyse élémentaire : science des combinaisons, le théorème binomial, non pas en toute généralité mais avec des exposants entiers. Les nombres figurés ; hautes séries arithmétiques.

Goniométrie (avec des indications pour l'usage des tables trigonométriques). Trigonométrie plane.

Deuxième semestre :

Équation du second degré avec plusieurs grandeurs inconnues. Quelques théorèmes généraux des équations supérieures.

Deuxième partie de la stéréométrie, c'est-à-dire : le triangle sphérique, dont la considération doit permettre de réviser et d'assurer les théorèmes des angles solides. Véritable théorie des solides. Ensuite, si le temps le permet, des éléments de trigonométrie sphérique.

Troisième semestre :

Théorie des fractions continues. - Résolution d'équations indéfinies du premier degré.

Éléments de géométrie analytique ; méthode des coordonnées ; équation de la ligne droite ; les coniques.

K. Étude des programmes de mathématiques de l'université de Leipzig, 1774-1850

Le tableau suivant donne la liste, pour tous les programmes que nous avons pu rassembler sur la période 1774- 1850, des cours de mathématiques ayant été annoncés à l'université de Leipzig [1]. Pour le périmètre et le contenu de la discipline mathématique, nous avons utilisé les définitions données en introduction de ce travail, car celles de l'université varient au cours du temps, voire d'un semestre à l'autre, parfois même entre la version allemande et latine d'un même programme. Il est également nécessaire de tenir compte des particularités locales : tandis qu'à l'université de Halle l'astronomie est rattachée aux sciences de la nature dès le début des années 1830, elle est considérée à Leipzig comme une partie des mathématiques jusqu'à la fin de notre période d'étude.

Il faut bien sûr prendre avec précautions les indications fournies par les programmes, qui pourraient parfois différer de ce qui est réellement enseigné en raison de cours annulés ou de différences entre le cours annoncé et le contenu réel. Plusieurs éléments permettent néanmoins de penser que les programmes de l'université de Leipzig sont très proches de la réalité de l'enseignement. Tout d'abord, nous possédons pour la période 1824-1831 un document précieux : une analyse du professeur de mathématiques M.W. Drobisch lui-même, dans laquelle il décrit *a posteriori* le contenu et la fréquentation de ses cours. Sur cette période, le programme mentionne 42 cours sous son nom, et son témoignage recoupe assez exactement cette information, puisqu'il écrit que « durant une période de sept années, 39 cours de mathématiques ont vraiment été donnés » [2]. Il semble donc que les annulations aient été assez peu courantes, et les cours reportés pour cause de maladie sont le plus souvent signalés au semestre suivant [3]. Les débats mentionnés dans les archives, concernant notamment la société mathématique de Drobisch et le séminaire mathématique de Marbach, se reflètent fidèlement dans le programme de l'université, celui-ci se montrant même relativement conservateur. Les effets d'annonce, où un *Privatdozent* cherche à acquérir une réputation en annonçant des

1. La plupart de ces programmes sont disponibles sur le site de la bibliothèque de l'université de Leipzig : http ://ubimg.ub.uni-leipzig.de/, et pour ceux qui sont postérieurs à 1815, également sur le site du projet *Vorlesungsverzeichnisse als Quellen disziplinär organisierter Wissenschaft die Ausdifferenzierung wissenschaftlicher Fächer an der Universität Leipzig 1815-1914* : http ://histvv.uni-leipzig.de/.

2. Drobisch, 1832, p. 67 : « *In einem Zeitraum von sieben Jahren wurden 39 mathematische Vorlesungen wirklich gehalten* ». Un document similaire figure dans Eccarius, 1986. Il y présente le nombre d'auditeurs des cours de Möbius, mentionnés dans une lettre d'E.H. Weber datée de 1843. Malheureusement, cette lettre ne précise pas les années universitaires durant lesquelles ces cours ont eu lieu, si bien qu'il est impossible de faire, comme dans le cas de Drobisch, une comparaison terme à terme.

3. Ainsi par exemple, G.H. Borz, malade au début du semestre d'hiver 1792-1793, annonce qu'il indiquera plus tard le détail de ses cours. Au semestre d'hiver 1804-1805, M. von Prasse explique dans le programme vouloir assurer « les cours du semestre précédent qui n'ont pu être réalisés pour cause de maladie ». Voir UBL - Vorlesungsverzeichnisse, semestre d'hiver 1792-1793 : « *quam primum valetudinem Pristinam Dei benegninate recuperaverit, loco consueto praelectiones publice et privatim habendas indicabit* » et 1804-1805 : « *lectiones quas ob adversam valetudinem superiori semestri non poterat absolvere* ».

cours sans forcément les tenir, semblent avoir été sévèrement découragés [4]. Pour des périodes plus anciennes, les recoupements sont plus difficiles à établir, mais la confrontation entre les témoignages biographiques (en particulier d'élèves de Hindenburg et de candidats à des chaires) et le programme universitaire est remarquablement cohérente [5]. Les programmes de cette université se distinguent enfin par leur précision et leur relative homogénéité de ceux de l'université de Wittenberg. Ceux-ci ne mentionnent ni les manuels utilisés, ni la fréquence des enseignements avant le milieu des années 1780 ; ils n'ont donc pas été reproduits extensivement dans cette annexe. Pour chaque cours, nous avons indiqué autant que possible les informations suivantes :

- **Dates du semestre** : un nombre simple indique un semestre d'été tandis qu'un nombre composé indique un semestre d'hiver : « 1814 » désigne le semestre d'été de l'année 1814, qui commence aux alentours de Pâques, tandis que « 1814-1815 » désigne le semestre d'hiver, qui commence à la fête de *Michaelis*, c'est-à-dire autour du 29 septembre, et se poursuit au début de l'année suivante.

- **Nom du professeur :** pour plus de renseignements, se reporter aux notices biographiques correspondantes pp. 490-528 de notre étude.

- **Grade de l'enseignant :** en dehors des deux types de professeurs - ordinaires et extraordinaires -, les autres enseignants sont des *Privatdozenten* qui ont obtenu une habilitation à enseigner mais ne possèdent pas de poste fixe. Nous les distinguons alors par leur niveau de diplôme ; il est important de noter que ce diplôme peut être d'une autre faculté que celle de philosophie, en particulier droit et médecine.
  – P.O. : professeur ordinaire, titulaire d'une chaire académique, il doit assurer au moins quatre heures de cours publics hebdomadaires par semestre.
  – P.E. : professeur extraordinaire, il doit assurer au moins un cours public de deux heures par semaine chaque semestre.
  – D. : titulaire d'un doctorat.
  – M. : titulaire d'une maîtrise ou magistère.
  – B. : titulaire d'un baccalauréat.

- **Titre du cours** : dans les cas où les versions allemandes et latines diffèrent, ils ont été harmonisés, et parfois légèrement simplifiés. Nous avons cependant tenus à respecter autant que possible le texte original afin d'obtenir une appréciation plus fidèle et fine de la teneur de l'enseignement.

- **Manuel** : les cours donnent parfois le titre du manuel utilisé, parfois seulement le nom de son auteur. Lorsque le titre du manuel est disponible, ou bien lorsque le nom

4. Voir à ce propos UAL - Phil. Fak. E 042, ainsi que HStA Dresden, 11125, Loc. 10219, p. 42r : la faculté de philosophie refuse une proposition de séminaire de Marbach, car elle y a « reconnu une tentative pas peu usurpée de faire valoir dans le programme universitaire un titre de professeur » (*einen Versuch erkannt mit nicht geringer Anmaaßung* [einen] *Professortitel auch im Lectionskataloge geltend zu machen*).

5. Ainsi par exemple les nombreux cours annoncés par Rothe et Sebas entre 1794 et 1796, dans le but d'obtenir le titre de professeurs extraordinaires, sont confirmés par la faculté de philosophie lors de l'étude de leurs dossiers en 1796, ainsi qu'en 1799 pour Rothe. Voir Kühn, 1988, annexe 11, pp. (35)-(44), ainsi que UAL - PA 884.

de l'auteur et l'intitulé du cours permettent d'identifier le manuel de manière univoque, nous donnons la référence bibliographique. La date correspond dans tous les cas à celle de la première édition du manuel [6]. Il est en effet la plupart du temps impossible de connaître l'édition exacte qui est utilisée. La date de première édition permet de plus - par comparaison immédiate avec la date du semestre - de savoir si les cours s'appuient sur des manuels récents ou anciens.

- **Type de cours** : les programmes distinguent les cours publics, gratuits et ouverts à tous, des cours privés, également accessibles à tous les étudiants mais payants. Ceux-ci constituent souvent pour le *Privatdozent* la seule source de revenu. Il existe un troisième type de cours, les *privatissime*, qui sont des cours particuliers généralement réservés par les professeurs aux meilleurs étudiants ou à certains nobles. Certains cours sont indiqués comme étant « gratuits » : il peut s'agir de cours publics proposés par des *Privatdozenten* qui ne sont théoriquement pas obligés de les faire, ou bien de cours non payants pour lesquels le professeur sélectionne ses auditeurs.

- **Fréquence** : nombre de séances hebdomadaires dans la matière. Chaque cours dure une heure, sauf indication contraire. L'information manque parfois, en particulier pour les *privatissime*.

Ce tableau a ensuite été utilisé pour réaliser les calculs et études liés à l'évolution de l'enseignement des mathématiques à l'université de Leipzig. Le format du programme universitaire se prête en effet remarquablement bien, de par sa nature administrative, à une étude systématique ; les principaux résultats sont présentés sous forme de diagrammes pages 53, 54, 64, et ci-dessous pages 487-489. Il existe peu de données comparables pour les autres universités allemandes, il n'a donc pas été possible de réaliser des comparaisons quantitatives sur l'ensemble de la période. Des rapprochements qualitatifs peuvent néanmoins être effectués avec les universités d'Iéna, Berlin et Landshut (qui devient en 1826 l'université de Munich), ainsi qu'avec l'université de Göttingen, pour lesquelles on trouve certains programmes universitaires dans la littérature secondaire ou dans les journaux d'époque [7].

6. La seule exception est le cas où le manuel, après la mort de l'auteur originel, est profondément remanié au point qu'on puisse considérer qu'il s'agit non pas seulement d'une nouvelle édition, mais d'un nouvel ouvrage. Wolff, 1717, est ainsi réédité 80 ans plus tard avec « *starken Abänderungen und Zusätze* » (p. xiv) par J.T. Mayer et K.C. Langsdorf ; nous indiquons alors Mayer *et al.*, 1797.

7. Une transcription de tous les cours donnés à l'université d'Iéna de 1749 à 1854 - dont les enseignements de mathématiques - figure dans Neupert *et al.*, 2003 ; pour Berlin, un ouvrage similaire a été récemment publié (Virmond, 2011). Sur Landshut/Munich, voir Toepell, 1996, notamment p. 95 (1776-1778), p. 110 (1799), p. 125 (1825-1826), p. 132 (1836). Concernant les journaux généralistes allemands dans lesquels sont publiés les programmes, les plus instructifs sont l'ALZ et le GGA.

Cours de mathématiques à l'université de Leipzig 1774-1850

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures			4
	Borz G.H.	P.O.	Théorie des machines hydrauliques	Karsten, 1770		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite : optique)			4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Wolff, 1717		2
1774-75	Borz G.H.	P.O.	Calcul intégral	Kästner, 1761		2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Cursus mathématique	Klemm		4
	Zwanziger J.C.	M.	Commentaire des livres géométriques	Euclide		4
	Zwanziger J.C.	M.	Disciplines mécaniques	Klemm		2
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Clairaut		2
	Borz G.H.	P.O.	Hydrostatique, hydraulique et aérométrie, ainsi que les disciplines optiques	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures (arithmétique, géométrie, trigonométrie)	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre			4
	Borz G.H.	P.O.	Chronologie et gnomonique	Wolff		2
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie sphérique	Kästner		2
1775	Borz G.H.	P.O.	Exercices d'arpentage (2 heures)			2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Funk C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Clairaut		4
	Zwanziger J.C.	M.	Cursus mathématique	Klemm		4
1775-76	Semestre manquant					
1776	Semestre manquant					
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques		public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées			4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Propositions d'Apollonius de Perga		*privatissime*	-
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées			4
	Borz G.H.	P.O.	Usage de l'algèbre pour résoudre des problèmes géométriques, mécaniques, astronomiques			2
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite : astronomie)			2
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre, dont les dernières découvertes			4
1776-77	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Funk C.B.	P.O.	Principes mathématiques et physiques de la musique			2
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique et physique	Funk, 1771		2
	Funk C.B.	P.O.	Algèbre	Kästner		2
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Segner		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées	La Caille		4
	Gehler J.S.	D.	Cursus mathématique	Klemm		4
	Wünsch C.E.	B.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Wünsch C.E.	B.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
1777	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques		public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1713		4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre			4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite : hydraulique)	Kästner, 1759a		-
	Borz G.H.	P.O.	Calcul intégral			4
	Borz G.H.	P.O.	Chronologie mathématique			2
	Borz G.H.	P.O.	Exercices d'arpentage			2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Astronomie	Wolff, 1713		-
	Funk C.B.	P.O.	Arithmétique pratique			-
	Funk C.B.	P.O.	Algèbre	Kästner		-
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique et physique			-
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Segner		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées	Klemm		4
1777-78	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie sphérique et astronomie	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre, dont les dernières découvertes	Wolff, 1717		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff, 1713		4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre (suite)			2
	Borz G.H.	P.O.	Utilisation de l'algèbre en perspective			2
	Borz G.H.	P.O.	Géographie, chronologie et gnomonique			2
	Funk C.B.	P.O.	Principes mathématiques et physiques de la musique		public	4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Funk C.B.	P.O.	Astrognosie			3
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures			4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Astronomie	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wieland E.C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Kirsch G.W.	M.	Mathématiques pures	Wolff		4
1778	Semestre manquant					
1778-79	Semestre manquant					
1779	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées : optique		public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées			4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Wolff, 1717		2
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane			2
	Borz G.H.	P.O.	Exercices d'arpentage (2 heures)			2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées			4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique	Funk, 1771		2
	Funk C.B.	P.O.	Arithmétique pratique			2
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Sciences mathématiques	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures			4
	Wünsch C.E.	D.	Optique, astronomie et géographie mathématique			4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures et appliquées			4
1779-80	Borz G.H.	P.O.	Algèbre		public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1713		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite : optique)			4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner, 1758		2
	Borz G.H.	P.O.	Hydrodynamique	Kästner, 1769		2
	Borz G.H.	P.O.	Gnomonique	Kästner, 1759b		2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées	Klemm		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique	Funk, 1771		2
	Funk C.B.	P.O.	Principes mathématiques et physiques de la musique			2
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures			4
	Gehler J.S.	D.	Astronomie	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures			4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Wieland E.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
1780	Borz G.H.	P.O.	Sur les coniques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie analytique			2
	Borz G.H.	P.O.	Géographie, chronologie et gnomonique			2
	Borz G.H.	P.O.	Arpentage (2 heures)			2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique			2
	Wieland E.C.	P.E.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
1780-81	Borz G.H.	P.O.	Disciplines physiques	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse finie ou algèbre			4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (cours annuel)	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Géographie mathématique			2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Astronomie	Wolff, 1713		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique	Funk, 1771		2
	Wieland E.C.	P.E.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (suite)	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques appliquées	Wolff		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées			4
	Hindenburg C.F.	M.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	M.	Analyse finie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	M.	Astronomie (commentaire)	Kästner		2
1781	Borz G.H.	P.O.	Disciplines physiques	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Wolff, 1710, tome 4		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite)	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Principes de la trigonométrie plane et sphérique			2
	Borz G.H.	P.O.	Exercices de géométrie (2 heures)	Bohm		2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie physique et mathématique	Funk, 1771		4
	Funk C.B.	P.O.	Principes mathématiques et physiques de la musique	Funk		2
	Funk C.B.	P.O.	Arithmétique pratique et curieuse	Funk		2
	Wieland E.C.	P.E.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Hindenburg C.F.	P.E.	Géométrie selon Euclide	Euclide	public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures			4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Analyse finie			4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (cours annuel)	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Principes du calcul différentiel	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées	Kästner		4
1781-82	Borz G.H.	P.O.	Astronomie	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff, 1713		4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Wolff, 1710, tome 4		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite) et aérométrie			4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique			2
	Borz G.H.	P.O.	Chronologie et gnomonique	Kästner		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie physique et mathématique	Funk, 1771		2
	Wieland E.C.	P.E.	Mathématiques pures	Wolff, 1713		6
	Hindenburg C.F.	P.E.	Géométrie selon Euclide (suite)	Euclide	public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Sciences optiques et mécaniques	Kästner, 1759b		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Trigonométrie appliquée (arpentage)			2
	Hindenburg C.F.	P.E.	-	-	*privatissime*	-
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (suite)	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Calcul trigonométrique et logarithmique			2
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Optique mathématique	La Caille et Scherffer, 1757		4
	Borz G.H.	P.O.	Astronomie, physique, gnomonique, chronologie	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (début)	Wolff, 1713		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Hydraulique et machines hydrauliques	Karsten, 1770		4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique			2
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Wolff		2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique			4
	Funk C.B.	P.O.	Arithmétique pratique et amusante			2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Introduction détaillée à la trigonométrie et ses applications	Kästner	public	2
1782	Hindenburg C.F.	P.E.	Sciences optiques	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Sciences astronomiques	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Géométrie analytique et pratique	-	*privatissime*	-
	Wieland E.C.	P.E.	Mathématiques pures	Wolff, 1713		6
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures			4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées			4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures (cours annuel)			4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (cours annuel)			4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Géographie mathématique	Wolff		2
	Wünsch C.E.	D.	Sur la connaissance des étoiles			2
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	L'ensemble des mathématiques appliquées	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Calcul différentiel et intégral	Kästner		2
	Borz G.H.	P.O.	Physique astronomique	Sigorgne et Boeck, 1769		2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique	Funk, 1771		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique		public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Sur le calcul politique et juridique de Florencourt	Florencourt, 1781		2
1782-83	Hindenburg C.F.	P.E.	Optique	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Comparaison, transformation des surfaces	Schulze, 1782		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (suite)	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Connaissance du ciel étoilé	Wünsch, 1778		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures			4
	Zwanziger J.C.	M.	Sciences mécaniques			4
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Kästner		4
	Borz G.H.	P.O.	Géométrie, arithmétique, trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	L'ensemble des mathématiques appliquées	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Hydromécanique	Kästner, 1769		2
	Borz G.H.	P.O.	Exercices de géométrie		*privatissime*	-

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Funk C.B.	P.O.	Astrognosie	Funk, 1770	public	4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
1783	Funk C.B.	P.O.	Physique expérimentale	Kästner		4
	Funk C.B.	P.O.	Arithmétique pratique			2
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique	Funk, 1771		2
	Wieland E.C.	P.E.	Mathématiques pures	Wolff1713		6
	Hindenburg C.F.	P.E.	Géographie et chronologie mathématiques	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		6
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques appliquées (annuel) : mécanique	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Explication du calcul analytique		*privatissime*	-
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (cours annuel)	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Hydrostatique et hydraulique	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse infinie (calcul intégral)	Kästner		4
	Borz G.H.	P.O.	Géométrie, arithmétique, trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff, 1710, Karsten, 1770		4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse finie			2
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées : optique	Kästner, 1759a		4
	Funk C.B.	P.O.	Physique expérimentale	Kästner		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique	Funk, 1771		2
1783-84	Hindenburg C.F.	P.E.	Chronologie, éphémérides, calendriers historiques et politiques	Kästner	public	4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Disciplines optiques	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques élémentaires	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Sciences astronomiques	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Analyse finie et infinie, mécanique		*privatissime*	-
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (cours annuel) : optique, astronomie	Wolff		6
	Wünsch C.E.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Wünsch C.E.	D.	Astrognosie			2
	Aßmann C.G.	M.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines optiques	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Calcul intégral	Kästner		4
	Borz G.H.	P.O.	Géométrie, arithmétique, trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	L'ensemble des mathématiques appliquées (cours annuel)			4
	Borz G.H.	P.O.	Exercices de géométrie, arpentage			2
	Funk C.B.	P.O.	Commentaire du livre de J.P. Jäger	Jäger, 1782		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique et physique	Funk, 1771		4
1784	Funk C.B.	P.O.	Principes physiques et mathématiques de la musique			2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Théorie des permutations, combinaisons et variations	Hindenburg, 1781	public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Suite des mathématiques appliquées : mécanique	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Analyse infinie			4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (suite)	Wolff		6
	Born F.G.	M.	Mathématiques pures	Rudolphi		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Aßmann C.G.	M.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Éléments de trigonométrie sphérique, astronomie	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse infinie (suite)	Kästner		4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite)	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane			2
	Funk C.B.	P.O.	Arithmétique pratique et curieuse			4
	Funk C.B.	P.O.	Principes physiques et mathématiques de la musique	Funk		2
1784-85	Hindenburg C.F.	P.E.	Calcul des probabilités, avec exemples tirés de la vie civile, des sciences et des arts	Florencourt, 1781	public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Astronomie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mécanique supérieure, hydrodynamique		*privatissime*	-
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (cours annuel) : optique, astronomie	Wolff		4
	Aßmann C.G.	M.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Astronomie théorique, chronologie, gnomonique, géographie mathématique	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures : arithmétique, géométrie, trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (révisions)			4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse mathématique			2
	Borz G.H.	P.O.	Mécanique supérieure	Kästner		2
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique et physique	Funk, 1771		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Théorie de la perspective et des projections		public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Trigonométrie plane et détails de son utilité pratique			4
1785	Hindenburg C.F.	P.E.	Arpentage, géométrie agricole (3 heures)	Mayer, 1777		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures élémentaires			4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques appliquées (suite) : mécanique			4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Analyse finie et infinie			4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (cours annuel)	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Les deux trigonométries et le calcul logarithmique	Kästner		4
	Aßmann C.G.	M.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines astronomiques et mécaniques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Calcul différentiel et intégral			4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (révisions)			4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie sphérique			2
	Borz G.H.	P.O.	Analyse finie (suite), application à la géométrie supérieure			2
	Funk C.B.	P.O.	Géographie mathématique et physique	Funk, 1771		4
	Funk C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Funk, 1773		4
1785-86	Funk C.B.	P.O.	Astrognosie			2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Théorèmes difficiles d'arithmétique, géométrie et trigonométrie	Kästner, Karsten	public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Disciplines optiques			2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Astronomie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Analyse finie et infinie			4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (suite) : dioptrique, astronomie	Wolff		4
1786	Borz G.H.	P.O.	Hydrostatique, hydraulique et aérométrie	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures : arithmétique, trigonométrie et géométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Borz G.H.	P.O.	Algèbre	Kästner		4
	Borz G.H.	P.O.	Hydromécanique	Kästner		2
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées	Wolff		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Géographie mathématique	Kästner	public	2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Mathématiques appliquées (cours annuel) : mécanique	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.E.	Arpentage appliqué, géométrie agricole (3 heures)			2
	Hindenburg C.F.	P.E.	Analyse		*privatissime*	-
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (annuel)	Wolff		4
1786-87	Borz G.H.	P.O.	Disciplines optiques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Résoudre les problèmes à la manière de Descartes et Leibniz			4
	Borz G.H.	P.O.	Géographie et chronologie mathématiques	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Chronologie mathématique	Kästner	public	2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie, analyse, astronomie		*privatissime*	-
	Gehler J.S.	D.	Mathématiques appliquées (suite) : dioptrique, astronomie, géographie, chronologie et gnomonique	Wolff		4
1787	Semestre manquant					
1787-88	Borz G.H.	P.O.	Astronomie sphérique et astrognosie	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse des quantités infinies			4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (annuel)			4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane			2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Physique supérieure	Swinden, 1786	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Éléments de mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Analyse finie	Kästner		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Logique	Reimar		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mécanique	La Caille et Scherffer, 1759		2
	Zwanziger J.C.	M.	Sections coniques (2 heures)	Mako		2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Analyse finie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Astronomie et éléments de géographie mathématique	Erxleben, 1772, section 12		4
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse mathématique			4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (suite)			4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie			4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie	Kästner		2
1788	Hindenburg C.F.	P.O.	-		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Géométrie			4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées	Karsten		2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie			4
	Eichler C.	M.	Analyse finie			4
	Eichler C.	M.	Trigonométrie plane	Kästner		4
	Borz G.H.	P.O.	Hydrostatique	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (annuel)			4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse finie			2
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane	Wolff		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		4
1788-89	Hindenburg C.F.	P.O.	Analyse finie	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse finie	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Théorie des logarithmes			2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Théorie du mouvement des orbes célestes	Sigorgne et Boeck, 1769		2
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines optiques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Borz G.H.	P.O.	Résolution de problèmes mathématiques			4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques appliquées (annuel)			4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane	Wolff		2
	Borz G.H.	P.O.	Géographie et chronologie mathématiques	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Physique supérieure	Swinden, 1786	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires	Kästner		4
1789	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie plane	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Analyse infinie	Kästner		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures			4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées	Karsten		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		2
	Eichler C.	M.	Mathématiques élémentaires	Kästner, 1758		4
	Eichler C.	M.	Arithmétique juridique et politique	Florencourt, 1781		2
	Eschenbach H.C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Eschenbach H.C.	M.	Les deux trigonométries	Kästner		2
	Borz G.H.	P.O.	Astronomie	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques élémentaires (annuel)			4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie			2
	Borz G.H.	P.O.	Géographie mathématique	Kästner, 1759b		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Théorie des permutations, combinaisons et variations, et leur usage en analyse	Hindenburg	public	4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie plane	Kästner		2
1789-90	Hindenburg C.F.	P.O.	Analyse infinie et calcul intégral	Kästner, 1761		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre			4
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Sections coniques et autres courbes	Kästner		2
	Eschenbach H.C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Eschenbach H.C.	M.	Trigonométrie plane et sphérique			2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner, 1756		4
	Borz G.H.	P.O.	Astronomie théorique	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques élémentaires (annuel)			4
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique			2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Physique supérieure	Swinden, 1786	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires			4
1790	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques appliquées (cours annuel) : mécanique	Kästner, 1758 et Kästner, 1759a		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées	Karsten		4
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Algèbre	Mayer		4
	Eichler C.	M.	Calcul des probabilités			2
	Borz G.H.	P.O.	Suite de l'astronomie, théorie physique et géographie mathématique	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Mécanique selon Kästner	Kästner		4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse mathématique des quantités finies			4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Théorie des permutations, combinaisons et variations, et leur usage en analyse	Hindenburg	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires : arithmétique et géométrie			4
1790-91	Hindenburg C.F.	P.O.	Astronomie et éléments de géographie mathématique	Kästner, 1759b		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie plane			2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques	Kästner		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Préceptes de l'algèbre	Kästner		2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Trigonométrie plane	Kästner		2
	Rüdiger C.F.	M.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie plane	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	M.	Astronomie sphérique			2
	Borz G.H.	P.O.	Géographie, chronologie et gnomonique	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse mathématique des quantités finies	Wolff, 1717		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Géographie mathématique	Kästner	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique, géométrie et triogonométrie : utilisation pratique	Kästner		4
	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques juridiques	Hausmann		2
1791	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées : optique			4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Karsten		4
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Nature et usage du calcul différentiel	Kästner		2
	Rüdiger C.F.	M.	Éléments d'astronomie sphérique et théorique			4
	Rüdiger C.F.	M.	Éléments d'arithmétique et de géométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	M.	Trigonométrie plane et sphérique			2
1791-92	Borz G.H.	P.O.	Chronologie mathématique et gnomonique	Kästner, 1759b	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures : arithmétique et géométrie	Wolff		4
	Borz G.H.	P.O.	Théorie et application de la trigonométrie à d'autres parties des mathématiques			4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Analyse, mécanique		*privatissime*	-
	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie			2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre			4
	Eichler C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Trigonométrie	Kästner		2
	Rüdiger C.F.	M.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	M.	Astronomie sphérique			2
	Rüdiger C.F.	M.	Trigonométrie sphérique			2
1792	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques et statiques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Théorie des permutations, combinaisons et variations, et leur usage en analyse	Hindenburg	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie plane	Kästner, 1758		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie			4
	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie			2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Chapitres d'arithmétique politique	Florencourt, 1781		2
1792-93	Borz G.H.	P.O.	Malade : annoncera prochainement ses cours			-
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Statique, aérostatique, aérométrie et hydraulique	Kästner, 1759a		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie analytique		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie élémentaire			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	L'ensemble des mathématiques pures	Wolff		2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Arithmétique appliquée aux questions politiques et juridiques			2
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques	Kästner	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Astronomie	Kästner		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques	Kästner		2
1793	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Éléments de calcul différentiel et intégral			2
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments d'algèbre			4
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Borz G.H.	P.O.	Hydrostatique, aérométrie et hydraulique	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Théorie des permutations, combinaisons et variations, et leur usage étendu en analyse	Hindenburg	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures	Kästner, 1758		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie avancée		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie plane	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie sphérique	Karsten		2
1793-94	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie			2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Trigonométrie sphérique	Karsten		2
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre			2
	Eichler C.	M.	Sur les six premiers livres des *Éléments*	Euclide		4
	Rothe H.A.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		6
	Sebas C.L.	M.	Algèbre	Mahler	gratuit	2
	Sebas C.L.	M.	Mathématiques appliquées à la vie civile	Kästner, 1786b		2
	Borz G.H.	P.O.	Sciences optiques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Hydrostatique, Aérostatique	Swinden, 1786, partie 4	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques, avec explication et utilisation du matériel astronomique (à l'observatoire)			2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Principes de l'astronomie (à l'observatoire)	Bode, 1794	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie (suite)			2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie calculatoire	Kästner, 1772		4
1794	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie			2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Géométrie supérieure			4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre			4
	Rothe H.A.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		6
	Rothe H.A.	M.	Trigonométrie plane et sphérique, appliquée à l'astronomie (à l'observatoire)			2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Résolution de problèmes arithmético-pratiques de manière algébrique			2
	Sebas C.L.	M.	Algèbre	Mahler		2
	Sebas C.L.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	M.	Mathématiques appliquées aux affaires de la vie civile	Kästner, 1786b et Florencourt, 1781		4
	Borz G.H.	P.O.	Dioptrique	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Calcul, arithmétique et géométrie	Wolff		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Hindenburg C.F.	P.O.	Équilibre et pression des masses fluides	Swinden, 1786	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Optique et astronomie (à l'observatoire)	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Connaissance des étoiles (à l'observatoire)	Rüdiger, 1786	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Éléments d'astronomie	Bode, 1794		4
1794-95	Rüdiger C.F.	P.E.	Théorie des éclipses du soleil et de la lune	Rüdiger		2
	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie			4
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mathématiques pures	Karsten, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre			4
	Rothe H.A.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Rothe H.A.	M.	Trigonométrie plane et sphérique			2
	Eichler C.	M.	Analyse des grandeurs finies	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Arithmétique juridique et politique	Florencourt, 1781		4
	Sebas C.L.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	M.	Algèbre	Mahler		2
	Borz G.H.	P.O.	Sciences mécaniques	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Calcul, arithmétique et géométrie	Wolff, 1710		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Science des combinaisons et son utilisation en analyse	Hindenburg, 1781	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques appliquées	Kästner		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Théorie des éclipses du soleil et de la lune		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Calcul et géométrie	Karsten		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Klügel		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Utilisation des maquettes planétaires			2
1795	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie			4
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse des grandeurs finies	Kästner		4
	Rothe H.A.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	M.	Analyse des grandeurs finies	Kästner		4
	Rothe H.A.	M.	Trigonométrie plane et sphérique			2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie			6
	Sebas C.L.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Sebas C.L.	M.	Algèbre selon Euler	Euler et Ebert, 1789		4
	Sebas C.L.	M.	Trigonométrie	Kästner		2
	Borz G.H.	P.O.	Sciences optiques	Kästner	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Mathématiques pures	Wolff, 1710		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Équilibre et pression des masses fluides	Swinden, 1786	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques	Kästner		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie observatoire et calculatoire		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique théorique et pratique	Klügel, 1782		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Klügel, 1793		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (à l'observatoire)	Rüdiger, 1786		3
1795-96	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie	Hausmann		2
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mathématiques pures	Segner		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse des grandeurs finies	Kästner		4
	Rothe H.A.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	M.	Analyse des grandeurs finies	Kästner		4
	Rothe H.A.	M.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner, 1758		2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Analyse des grandeurs finies	Kästner		4
	Sebas C.L.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	M.	Algèbre selon Euler	Euler et Ebert, 1789		4
	Sebas C.L.	M.	Arithmétique	Kästner		2
1796	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie (mathématiques pures)			4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sur la théorie des permutations, combinaisons et variations, et leur usage étendu en analyse	Hindenburg	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	-		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Rüdiger, 1786	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie et trigonométrie	Klügel		4
	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques juridiques	Hausmann		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Géométrie	Euclide		4
	Zwanziger J.C.	M.	Construction et résolution des équations			4
	Zwanziger J.C.	M.	Lois du calcul différentiel			2
	Rothe H.A.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	M.	Analyse finie	Kästner		4
	Rothe H.A.	M.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Rothe H.A.	M.	-		*privatissime*	-
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Arithmétique juridique et politique	Florencourt, 1781		2
	Sebas C.L.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	M.	Algèbre selon Euler	Euler et Ebert, 1789		4
	Sebas C.L.	M.	Arithmétique	Kästner		2
	Prasse M. von	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		2
1796-97	Borz G.H.	P.O.	Sciences optiques	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie, trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques appliquées	Swinden, 1786	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Leonhardi F.G.	P.O.	Construction civile	Leonhardi		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie sphérique et application à l'astronomie		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie	Rüdiger, 1786		2
	Rothe H.A.	P.E.	Sur les trois premiers livres des *Éléments*	Euclide	public	4
	Rothe H.A.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	P.E.	Analyse des grandeurs finies	Kästner		4
	Rothe H.A.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	-		*privatissime*	-

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner, Klügel	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Éléments d'arithmétique et de géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Éléments d'algèbre (d'après Euler)	Euler et Ebert, 1789		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie	Hausmann		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Eichler C.	M.	Géographie mathématique			2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Prasse M. von	M.	Arithmétique et géométrie appliquées à la vie civile	Klügel, 1782		4
1797	Borz G.H.	P.O.	Optique, dioptrique, catoptrique	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Wolff		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Disciplines mécaniques ou les deux analyses		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Kästner, 1772	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Karsten, 1781		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Éléments d'astronomie	Bode, 1794		4
	Rothe H.A.	P.E.	*Éléments* d'Euclide	Lorenz	public	2
	Rothe H.A.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	P.E.	Analyse des grandeurs finies	Kästner, 1760		4
	Rothe H.A.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner, Klügel	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Éléments d'algèbre (d'après Euler)	Euler et Ebert, 1789		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Hausmann F.C.	D.	Mathématiques appliquées à la vie civile, la finance et la monnaie	Hausmann		2
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Géométrie supérieure			4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		4
	Eichler C.	M.	Géographie mathématique	Kästner		2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Prasse M. von	M.	Arithmétique et géométrie appliquées à la vie civile	Klügel, 1782		4
	Borz G.H.	P.O.	Statique, hydrostatique et aérométrie, expliquées avec instruments	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Calcul, géométrie et trigonométrie	Wolff, 1710		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Sur le *Système du Monde* de Laplace	Laplace et Hauff, 1797	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Connaissance des étoiles	Rüdiger, 1786		2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Rüdiger C.F.	P.E.	Introduction à l'astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Wolff		4
	Rothe H.A.	P.E.	*Éléments* d'Euclide	Lorenz	public	2
	Rothe H.A.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	P.E.	Analyse finie	Kästner, 1760		4
1797-98	Rothe H.A.	P.E.	Mécanique, hydrostatique, aérométrie, hydraulique	Kästner, 1759a		2
	Rothe H.A.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Éléments d'algèbre (d'après Euler)	Euler et Ebert, 1789		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		4
	Eichler C.	M.	Mathématiques pures	Karsten		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Borz G.H.	P.O.	Disciplines mécaniques (avec expériences)	Kästner, 1759a	public	4
	Borz G.H.	P.O.	Analyse	Kästner, 1760		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques appliquées	Swinden, 1786	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Principes de l'analyse combinatoire	Hindenburg, 1781		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques appliquées		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Théorie et utilisation des lunettes astronomiques		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie et arithmétique	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie plane, sphérique et applications à l'astronomie			2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
	Rothe H.A.	P.E.	*Éléments* d'Euclide (trois premiers livres)	Lorenz	public	2
1798	Rothe H.A.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	P.E.	Analyse finie	Kästner, 1760		4
	Rothe H.A.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	Éléments de mécanique	Kästner		2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner, Wolff		4
	Sebas C.L.	P.E.	Éléments d'algèbre (d'après Euler)	Euler et Ebert, 1789		4
	Prasse M. von	P.E.	Géographie mathématique		public	2
	Prasse M. von	P.E.	Arithmétique et géométrie	Klügel		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse finie selon Euler	Euler		4
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse combinatoire	Hindenburg, 1781		4
	Zwanziger J.C.	M.	Méthode de construction des équations			4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Borz G.H.	P.O.	Optique, dioptrique, catoptrique	Kästner, 1759a	public	4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Borz G.H.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Principes de l'analyse combinatoire	Hindenburg, 1781	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques appliquées		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Chronologie		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie, trigonométrie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
	Rothe H.A.	P.E.	*Éléments* d'Euclide (trois premiers livres)	Lorenz	public	2
	Rothe H.A.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
1798-99	Rothe H.A.	P.E.	Analyse finie	Kästner, 1760		4
	Rothe H.A.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	Éléments de mécanique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	Physique théorique	Titio		2
	Rothe H.A.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Analyse finie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie (appliquées à la vie civile)			4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.E.	Géographie mathématique		public	2
	Prasse M. von	P.E.	Arithmétique et géométrie	Klügel		4
	Prasse M. von	P.E.	-		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mathématiques pures			4
	Eichler C.	M.	Analyse (programme à choisir par les auditeurs)			4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Optique geométrico-analytique		public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Éléments d'arithmétique et de géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques pures	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Éléments de dioptrique		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Rothe H.A.	P.E.	*Éléments* d'Euclide (trois premiers livres)	Lorenz	public	2
	Rothe H.A.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	P.E.	Art combinatoire et son usage en analyse	Hindenburg, 1796		4
	Rothe H.A.	P.E.	Analyse finie	Kästner, 1760		4
	Rothe H.A.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
1799	Rothe H.A.	P.E.	Éléments de mécanique	Kästner		2
	Sebas C.L.	P.E.	Stéréométrie	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Analyse finie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.E.	Géographie mathématique		public	2
	Prasse M. von	P.E.	Arithmétique et géométrie	Klügel		4
	Prasse M. von	P.E.	-		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mathématiques pures			4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre et lois du calcul combinatoire			2
	Eichler C.	M.	Arithmétique et géométrie			4
	Eichler C.	M.	Statique et mécanique	Kästner		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
1799-1800	Hindenburg C.F.	P.O.	Catoptrique et dioptrique	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique, géométrie, trigonométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Analyse et mécanique		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Mathématiques judiciaires		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Prasse M. von	P.O.	-		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Algèbre		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (le soir de 8 à 10h)			2
	Rothe H.A.	P.E.	*Éléments* d'Euclide (trois premiers livres)	Lorenz	public	2
	Rothe H.A.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		6
	Rothe H.A.	P.E.	Analyse finie	Kästner, 1760		4
	Rothe H.A.	P.E.	Art combinatoire et son usage en analyse	Hindenburg, 1796		4
	Rothe H.A.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	Éléments de mécanique	Kästner		2
	Rothe H.A.	P.E.	Physique théorique	Titius		2
	Rothe H.A.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Analyse finie	Kästner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures			4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mécanique	Kästner		2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
1800	Hindenburg C.F.	P.O.	Combinaisons, permutations, variations et leur usage en analyse	Hindenburg, 1781	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique, géométrie, trigonométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Disciplines mécaniques ou les deux analyses		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Mathématiques judiciaires		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Prasse M. von	P.O.	-		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie supérieure		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie, trigonométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre selon Euler	Euler et Ebert, 1789		4
	Sebas C.L.	P.E.	Analyse finie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures			4
	Zwanziger J.C.	M.	Géométrie supérieure	Lacaille		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de calcul différentiel	Euler		4
	Zwanziger J.C.	M.	Logique		gratuit	2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
1800-01	Hindenburg C.F.	P.O.	Éléments de chronologie mathématique	Kästner, 1759b	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique, géométrie, trigonométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie, mécanique et analyse		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Mathématiques judiciaires		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Prasse M. von	P.O.	-		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Analyse infinie, calcul différentiel et intégral		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie et trigonométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures			4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Segner		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques appliquées : lois du mouvement			4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
1801	Semestre manquant					
1801-02	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie plane	Kästner		2
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mathématiques appliquées		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Trigonométrie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Prasse M. von	P.O.	Géographie mathématique			2
	Prasse M. von	P.O.	-		*privatissime*	-
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Rüdiger, 1786	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie, deuxième partie (positions des plans et des solides)		gratuit	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Commentaire des dissertations astronomiques	Kästner		2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile			4
	Sebas C.L.	P.E.	-		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Toutes les mathématiques pures	Kästner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Géométrie supérieure (suite)			4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		4
	Zwanziger J.C.	M.	Exercices de mathématiques pures	Wolff		4
	Zwanziger J.C.	M.	Comparaison de la philosophie de Wolff avec les opinions des doctrines récentes			4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques (suite)	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique, géométrie, trigonométrie	Kästner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie, mécanique et analyse		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Analyse infinie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Commentaire des dissertations astronomiques	Kästner	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie et géométrie	Rüdiger, 1799		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
1802	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile			4
	Clodius C.A.H.	P.E.	Éléments de mathématiques pures		*privatissime*	-
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication déductive de cette science	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Géométrie supérieure	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Théorie de l'algèbre (2 heures)	Euler		2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mécanique, analyse et analyse combinatoire		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Mécanique		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Commentaire des dissertations astronomiques	Kästner	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie et géométrie	Rüdiger, 1799		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie			4
1802-03	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication déductive de cette science	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse finie	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Théorie de l'art combinatoire	Stahl, 1801		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Combinaisons, permutations, variations et leur usage en analyse	Hindenburg, 1781	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Mécanique et trigonométrie analytique		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Hydrodynamique		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Catoptrique, usage du sextant de Hadley	Rüdiger, 1802	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Rüdiger, 1799		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Rüdiger C.F.	P.E.	Lignes courbes du second ordre	Rüdiger		2
1803	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie (observations les nuits dégagées)	Rüdiger, 1786		2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Éléments de mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures supérieures	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse finie	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Démonstration de certaines lois combinatoires	Stahl, 1801		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	-		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Analyse finie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Chronologie		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Gnomonique			2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie pratique	Rüdiger, 1786		2
1803-04	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques élémentaires	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse finie	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse combinatoire	Stahl, 1801		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Aérométrie	Kästner, 1759a		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Aérométrie		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique (sans ligne courbe)		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géographie et gnomonique		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique appliquées à l'astronomie			2
1804	Rüdiger C.F.	P.E.	Théorie et usage du sextant de Hadley	Rüdiger, 1802		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie pratique	Rüdiger, 1786		2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques élémentaires (suite)	Wolff		6

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse combinatoire	Stahl, 1801		6
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		6
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Éléments d'aérométrie	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie analytique et analyse combinatoire		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique (sans ligne courbe)		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géographie et gnomonique (suite)		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
1804-05	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie			2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques élémentaires	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse combinatoire	Stahl, 1801		4
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		6
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie analytique et analyse combinatoire		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Analyse infinie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Théorie des planètes, des étoiles fixes et de leur occultation par la lune		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie			2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures			4
1805	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication simple de cette science	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Lois du calcul combinatoire	Stahl, 1801		6
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Théorie de la chaleur et de la lumière	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie mécanique et analyse combinatoire		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Mécanique		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Observation astronomique (suite)		public	2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Rüdiger C.F.	P.E.	Éléments d'astronomie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Mathématiques pures			4
1805-06	Rüdiger C.F.	P.E.	Géographie			2
	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication simple de cette science	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Analyse combinatoire	Stahl, 1801		6
	Zwanziger J.C.	M.	Sciences mécaniques			6
	Hindenburg C.F.	P.O.	Combinaisons, permutations, variations et leur usage en analyse	Lorenz, 1806	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie analytique et mécanique		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Analyse		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Théorie des planètes et des comètes		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie sphérique et théorique			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie et observation astronomique			2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie			4
1806	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication simple de cette science	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Lois du calcul combinatoire	Stahl, 1801		6
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Sciences optiques	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Trigonométrie analytique et mécanique		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Analyse infinie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Commentaire des dissertations astronomiques	Kästner, 1774	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie observatoire et calculatoire			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie	Rüdiger, 1805		2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie, géographie, chronologie et gnomonique	Mayer *et al.*, 1797		4
1806-07	Sebas C.L.	P.E.	Trigonométrie plane	Kästner	public	2
	Sebas C.L.	P.E.	Mathématiques pures	Kästner		4
	Sebas C.L.	P.E.	Algèbre	Euler		4
	Sebas C.L.	P.E.	Arithmétique appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Sebas C.L.	P.E.	Géométrie appliquée à la vie civile	Sebas, 1802		4
	Zwanziger J.C.	M.	Logique	Reimar		6

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication simple de cette science	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Lois du calcul combinatoire	Stahl, 1801		6
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Dioptrique	Kästner, 1759a	public	4
	Hindenburg C.F.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg C.F.	P.O.	-		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Mécanique		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie pratique	Darquier et Scheibel, 1791 [1786]	public	2
1807	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Rüdiger, 1805		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et analyse des quantités finies			4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication simple de cette science	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Mécanique	Kästner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Logique	Reimar		6
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Hindenburg K.F	P.O.	Théorie des combinaisons et application à l'analyse		public	4
	Hindenburg K.F	P.O.	Géométrie	Kästner, 1758		4
	Hindenburg K.F	P.O.	-		*privatissime*	-
	Prasse M. von	P.O.	Hydraulique		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Stéréométrie et trigonométrie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie pratique (suite)	Darquier et Scheibel, 1791 [1786]	public	2
1807-08	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie (selon Laplace)	Biot, 1805a		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie	Rüdiger, 1805		4
	Zwanziger J.C.	M.	Mathématiques pures	Wolff		6
	Zwanziger J.C.	M.	Explication simple de la science mathématique	Segner		6
	Zwanziger J.C.	M.	Algèbre	Euler		6
	Zwanziger J.C.	M.	Lois du calcul combinatoire	Stahl, 1801		6
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Prasse M. von	P.O.	Mathématiques judiciaires et politiques		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Géographie mathématique			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Observation et calcul des phénomènes célestes	Zach, 1807	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie	Biot, 1805a		4
1808	Rüdiger C.F.	P.E.	Astrognosie	Rüdiger, 1805		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique, géométrie et trigonométrie	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique	Rüdiger, 1799		2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Teucher G.S.	D.	Mathématiques juridiques	Teucher	*privatissime*	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Analyse			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie pratique (suite)		public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie et astrognosie			4
1808-09	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et algèbre			4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie (suite)		gratuit	2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Teucher G.S.	D.	Mathématiques juridiques	Teucher	*privatissime*	4
1809	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Trigonométrie et géométrie supérieure			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie pratique	Darquier et Scheibel, 1791 [1786]	public	2
	Rüdiger C.F.	P.E.	Astronomie et astrognosie			4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Arithmétique et algèbre	Mayer *et al.*, 1797		4
	Rüdiger C.F.	P.E.	Géométrie (stéréométrie et trigonométrie)		gratuit	2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
1809-10	Prasse M. von	P.O.	Algèbre		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Trigonométrie et géométrie supérieure			4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Teucher G.S.	D.	Mathématiques juridiques	Teucher	*privatissime*	4
1810	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Géographie mathématique			4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
1810-11	Prasse M. von	P.O.	Algèbre, trigonométrie et théorie des lignes courbes		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Mécanique des corps rigides			4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
1811			Semestre manquant			
1811-12	Prasse M. von	P.O.	Mathématiques judiciaires		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Mollweide C.B.	P.E.	Astronomie et connaissance des astres	Klügel, 1793	public	4
	Mollweide C.B.	P.E.	Mathématiques pures	Vieth		2
	Mollweide C.B.	P.E.	Optique universelle	Karsten, 1781		4
	Mollweide C.B.	P.E.	Analyse finie			6
1812	Prasse M. von	P.O.	Algèbre		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Disciplines mécaniques			4
	Gilbert L.W.	P.O.	Propositions physiques, recherchées et démontrées de manière mathématique		public	2
	Mollweide C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique, sans perspective, avec exemples en astronomie et en géographie		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Mathématiques pures	Vieth		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Géométrie analytique	Biot, 1805b		2
	Mollweide C.B.	P.O.	Mécanique	Kästner, 1759b		4
1812-13	Prasse M. von	P.O.	Géométrie supérieure		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Gilbert L.W.	P.O.	Théorie physique	Gilbert		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Disciplines optiques		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arguments et moyens pour déterminer la latitude et longitude d'un lieu terrestre			2
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Algèbre			4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie		public	4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Prasse M. von	P.O.	Mécanique			4
1813	Gilbert L.W.	P.O.	Sciences optiques mathématico-physiques		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Géographie mathématique et physique		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Prasse M. von	P.O.	Encyclopédie mathématique		public	4
	Prasse M. von	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
1813-14	Mollweide C.B.	P.O.	Astronomie	Klügel, 1793	public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique	Lorenz, 1797		4
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Encyclopédie mathématique		public	2
	Mollweide C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique	Lorenz, 1797	public	2
1814	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées	Karsten, 1781		6
	Mollweide C.B.	P.O.	Principes des éclipses des corps célestes			2
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Éléments d'algèbre		public	4
1814-15	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Mécanique	Karsten		6
	Ouvrier C.S.	M.	Mathématiques pures	Segner		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Application de l'algèbre à la géométrie		public	4
1815	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Astronomie théorique			6
	Krug W.T.	P.O.	Encyclopédie des arts de la guerre	Krug, 1815	public	1
	Mollweide C.B.	P.O.	Stéréométrie et trigonométrie plane		public	2
	Mollweide C.B.	P.O.	Astronomie théorique et sphérique		public	2
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
1815-16	Mollweide C.B.	P.O.	Mécanique	Karsten		6
	Möbius A.F.	M.	Théorie des coniques		gratuit	2
	Möbius A.F.	M.	Principes de la mécanique			4
	Möbius A.F.	M.	Éléments d'analyse supérieure		*privatissime*	-
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique universelle et algèbre	Lorenz, 1785	public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie générale	Lorenz, 1785		4
1816	Mollweide C.B.	P.O.	Disciplines optiques	Karsten		6
	Mollweide C.B.	P.O.	Mathématiques supérieures		*privatissime*	-
	Gilbert L.W.	P.O.	Physique mathématique			-
	Krug W.T.	P.O.	Encyclopédie des arts de la guerre	Krug, 1815	public	1
	Mollweide C.B.	P.O.	Théorie des coniques		public	4
1816-17	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Mécanique	Karsten		6
	Möbius A.F.	P.E.	De retour de voyage : annoncera prochainement ses cours			-
	Mollweide C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Optique	Karsten		4
1817	Mollweide C.B.	P.O.	Analyse finie et infinie		*privatissime*	-
	Gilbert L.W.	P.O.	Sciences optiques		public	4
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie des coniques et application au calcul des orbites des planètes		public	2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie populaire			4
1817-18	Mollweide C.B.	P.O.	Éléments d'algèbre		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		6
	Mollweide C.B.	P.O.	Mécanique	Karsten		4
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie des coniques et application au calcul des orbites des planètes		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			4
1818	Mollweide C.B.	P.O.	Stéréométrie et trigonométrie plane		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		4
	Mollweide C.B.	P.O.	Analyse finie			4
	Möbius A.F.	P.E.	Catoptrique et dioptrique, en particulier appliquées aux lunettes astronomiques		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique et théorique			4
1818-19	Mollweide C.B.	P.O.	Éléments de la théorie des coniques		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		6
	Mollweide C.B.	P.O.	Mécanique	Karsten		4
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Trigonométrie plane et sphérique, et leur application à l'arpentage			4
	Möbius A.F.	P.E.	Géométrie analytique	Möbius	gratuit	-
1819	Mollweide C.B.	P.O.	Éléments d'algèbre		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie			4
	Möbius A.F.	P.E.	Explication analytique des propriétés des lignes et surfaces du second ordre		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique			4
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de statique et de mécanique			4
1819-20	Mollweide C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie			6
	Mollweide C.B.	P.O.	Sciences mécaniques			4
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique et chronologie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Algèbre			4
1820	Mollweide C.B.	P.O.	Théorie des coniques		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie	Lorenz, 1785		6
	Mollweide C.B.	P.O.	Analyse supérieure			4
	Möbius A.F.	P.E.	Catoptrique et dioptrique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique et astrognosie			2
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie et calcul des éclipses et occultations			2
1820-21	Mollweide C.B.	P.O.	Stéréométrie		public	2
	Mollweide C.B.	P.O.	Éléments de calcul des probabilités		public	2
	Mollweide C.B.	P.O.	Mathématiques appliquées : 1. Mécanique			6
	Möbius A.F.	P.E.	Histoire du télescope et des découvertes qu'on a faites avec dans le ciel		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique et astrognosie			2
1821	Mollweide C.B.	P.O.	Éléments d'algèbre		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie			6
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Trigonométrie sphérique, applications à l'astronomie pratique			2
1821-22	Mollweide C.B.	P.O.	Algèbre : suite		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Éléments d'analyse supérieure			4
	Möbius A.F.	P.E.	Calcul des éclipses et des occultations		public	2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique et chronologie			2
	Mollweide C.B.	P.O.	Théorie des coniques		public	4
1822	Mollweide C.B.	P.O.	Sciences mécaniques			6
	Möbius A.F.	P.E.	Introduction aux observations et calculs astronomiques		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique et chronologie			2
	Mollweide C.B.	P.O.	Sciences mécaniques (partie 2 : la mécanique proprement dite)		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie			6
1822-23	Mollweide C.B.	P.O.	Analyse supérieure			4
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			2
	Mollweide C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie			6
1823	Mollweide C.B.	P.O.	Géométrie élémentaire : révisions			4
	Möbius A.F.	P.E.	Perspective		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Sur la formation du monde et astrognosie (le soir)			2
	Mollweide C.B.	P.O.	Algèbre		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Mécanique			6
1823-24	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Arithmétique et géométrie			4
	Möbius A.F.	P.E.	Connaissance du ciel étoilé (le soir)			4
	Mollweide C.B.	P.O.	Théorie des coniques		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Arithmétique et géométrie			6
1824	Möbius A.F.	P.E.	Calcul logarithmique et trigonométrie plane		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Principes de l'astronomie théorique et pratique			4
	Möbius A.F.	P.E.	Astrognosie (le soir)			4
	Mollweide C.B.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique		public	4
	Mollweide C.B.	P.O.	Toute la mécanique			6
1824-25	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'astronomie pratique et astrognosie			4
	Drobisch M.W.	M.	Géométrie			4
	Drobisch M.W.	M.	Examen et répétition sur la géométrie		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Catoptrique et dioptrique		public	4
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'arithmétique et de géométrie			4
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			4
1825	Drobisch M.W.	M.	Trigonométrie plane et sphérique (méthode heuristique)			4
	Drobisch M.W.	M.	Exercices algébriques (équations de degré 1 et 2 et usage des logarithmes)			-
	Drobisch M.W.	M.	Astronomie populaire		gratuit	4
	Drobisch M.W.	M.	Mathématiques pures	Lorenz		6
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie du télescope et histoire de l'astronomie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Sur la formation du monde et astrognosie			2
1825-26	Naumann C.F.	P.E.	Stéréométrie et trigonométrie (pour la cristallographie)		public	3
	Drobisch M.W.	M.	La géométrie et son enseignement	Lorenz	gratuit	4
	Drobisch M.W.	M.	Sur les coniques, et leur application scientifique			2
	Brandes H.W.	P.O.	Géométrie supérieure			3
	Möbius A.F.	P.E.	Sur les comètes		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'astronomie pratique			2
1826	Möbius A.F.	P.E.	Géométrie et trigonométrie	Lorenz		4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Drobisch M.W.	M.	Astronomie populaire		gratuit	4
	Drobisch M.W.	M.	Calcul différentiel		gratuit	2
	Drobisch M.W.	M.	Arithmétique juridique	Langsdorf, 1810		4
	Fechner G.T.	B.	Géométrie pure		gratuit	2
1826-27	Brandes H.W.	P.O.	Calcul différentiel et preuve du théorème du multinôme		public	4
	Möbius A.F.	P.E.	Gnomonique et chronologie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique et astrognosie			2
	Möbius A.F.	P.E.	Géométrie et trigonométrie	Lorenz		4
	Drobisch M.W.	P.E.	Algèbre élémentaire et exercices pratiques (applications à l'arithmétique juridique)		public	4
	Drobisch M.W.	P.E.	Géographie mathématique et trigonométrie	Kries, 1814		4
	Drobisch M.W.	P.E.	Sur d'autres parties des mathématiques		*privatissime*	-
1827	Brandes H.W.	P.O.	Calcul différentiel et intégral (suite)	Lacroix	public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Analyse indéfinie et équations supérieures		gratuit	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Sciences mécaniques	Brandes, 1817		5
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie	Lorenz		4
	Möbius A.F.	P.E.	Histoire de l'astronomie depuis Copernic		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Introduction à l'observation astronomique			2
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
1827-28	Brandes H.W.	P.O.	Principes de géométrie supérieure	Brandes	public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Sciences mécaniques	Brandes, 1817	public	5
	Drobisch M.W.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique avec applications	Drobisch, 1825		4
	Drobisch M.W.	P.O.	Introduction à l'analyse de l'infini			2
	Möbius A.F.	P.E.	Introduction à l'astronomie pratique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			2
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
1828	Brandes H.W.	P.O.	Préparation à l'analyse supérieure		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Ouverture d'un cursus de 3 ans en mathématiques théoriques : arithmétique et géométrie			6
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Astronomie populaire			2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de statique			2
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
1828-29	Brandes H.W.	P.O.	Principes du calcul infinitésimal	Lacroix	public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Mathématiques élémentaires appliquées (mécanique, optique)			6
	Drobisch M.W.	P.O.	Suite du cours de mathématiques théoriques : algèbre et introduction à l'analyse			5
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie des coniques, application à l'astronomie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Introduction à l'observation astronomique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Astrognosie			-
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
	Brandes H.W.	P.O.	Calcul intégral	Lacroix	public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral (suite)		public	2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Drobisch M.W.	P.O.	Astronomie populaire		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Suite du cours de mathématiques théoriques : trigonométrie et géométrie analytique	Drobisch, 1825		6
1829	Drobisch M.W.	P.O.	Statique, présentée analytiquement			4
	Möbius A.F.	P.E.	Dioptrique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de géométrie supérieure			4
	Möbius A.F.	P.E.	Introduction à l'observation astronomique			2
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
	Brandes H.W.	P.O.	Calcul intégral (suite)	Lacroix	public	2
	Brandes H.W.	P.O.	Trigonométrie plane et géométrie supérieure		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel et applications		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Arithmétique et géométrie (début d'un nouveau cursus de mathématique théorique)			6
1829-30	Drobisch M.W.	P.O.	Préparation mathématique à la chimie		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie du télescope et histoire de l'astronomie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'astronomie pratique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Exercices d'astrognosie			-
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
	Brandes H.W.	P.O.	Éléments de calcul différentiel	Lacroix	public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Algèbre et géométrie algébrique			5
1830	Drobisch M.W.	P.O.	Astronomie populaire		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Description du système planétaire		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de perspective			2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique (le soir)			2
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
	Brandes H.W.	P.O.	Calcul différentiel et intégral (suite)	Lacroix	public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral (suite)		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Algèbre et géométrie algébrique			5
1830-31	Drobisch M.W.	P.O.	Examen et répétition sur la géométrie			5
	Möbius A.F.	P.E.	Trigonométrie sphérique et application à l'astronomie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de géométrie analytique			4
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
	Brandes H.W.	P.O.	Dioptrique (avec développements trigonométriques)		public	2
	Brandes H.W.	P.O.	Trigonométrie et géométrie supérieure			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Science des combinaisons, et application à l'arithmétique générale		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Théorie des cartes terrestres et marines		gratuit	2
1831	Drobisch M.W.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique, et applications	Drobisch, 1825		4
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique et astrognosie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de géométrie tridimensionnelle		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique (le soir)			2
	Drobisch M.W.	P.O.	*Société mathématique*		gratuit	-
	Brandes H.W.	P.O.	Géométrie analytique		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie supérieure		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Théorie des équations d'ordre supérieur			6

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
1831-32	Drobisch M.W.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires (arithmétique et géométrique) et méthodes heuristiques		public	6
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie pratique			2
	Möbius A.F.	P.O.	Éléments de mécanique analytique			2
1832	Brandes H.W.	P.O.	Algèbre		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Cursus mathématique : introduction générale et géométrie développée heuristiquement			4
	Möbius A.F.	P.O.	Éléments d'astronomie physique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Théorie des coniques		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie pratique (le soir)			2
1832-33	Brandes H.W.	P.O.	Trigonométrie et géométrie analytique		public	4
	Brandes H.W.	P.O.	Introduction à l'analyse supérieure		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Psychologie	Herbart		2
	Drobisch M.W.	P.O.	Arithmétique générale et applications géométriques (suite du cursus)			4
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie, histoire du télescope et des découvertes qu'on a faites avec dans le ciel		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique		public	2
1833	Brandes H.W.	P.O.	Géométrie supérieure		public	3
	Brandes H.W.	P.O.	Calcul différentiel		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Mécanique, première partie : statique	Poisson	public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique			4
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de statique		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Construction et utilisation d'instruments astronomiques (le soir)			2
1833-34	Brandes H.W.	P.O.	Calcul différentiel et intégral		public	4
	Brandes H.W.	P.O.	Astronomie			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Introduction à l'analyse algébrique		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Arithmétique et géométrie (suite)			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique			4
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie, histoire du télescope et des découvertes qu'on a faites avec dans le ciel		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			2
1834	Brandes H.W.	P.O.	Suite du calcul différentiel et intégral, application aux problèmes géométriques		public	4
	Brandes H.W.	P.O.	Optique	Herschel		4
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique			4
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Statique, présentée analytiquement		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de géométrie pure, pour ceux qui se destinent à l'enseignement			2
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral		public	4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
1834-35	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur	Drobisch, 1834		4
	Drobisch M.W.	P.O.	Psychologie mathématique	Herbart	gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie physique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie pratique			2
1835	Drobisch M.W.	P.O.	Statique		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Cursus mathématique analytique : introduction et trigonométrie			4
	Möbius A.F.	P.E.	Sur la formation du monde		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Calcul de la trajectoire des comètes			2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de géométrie analytique		gratuit	2
1835-36	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices mathématiques		public	1
	Drobisch M.W.	P.O.	Fondements de l'analyse			3
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie des coniques, applications à l'astronomie		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique		public	2
1836	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur	Drobisch, 1834	public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices mathématiques		public	1
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel			2
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique (d'après son livre à paraître)	Drobisch, 1836		2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Construction et utilisation d'instruments astronomiques			2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de dioptrique		gratuit	2
1836-37	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral (suite du calcul différentiel)		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices mathématiques		public	1
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Calcul des éclipses et des occultations			2
1837	Drobisch M.W.	P.O.	Statique		public	4
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices mathématiques		public	1
	Drobisch M.W.	P.O.	Arithmétique et géométrie générale			4
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'arithmétique supérieure		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Trigonométrie plane, sphérique et exemples tirés de l'astronomie		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Géographie mathématique			2
1837-38	Drobisch M.W.	P.O.	Mécanique		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices mathématiques		public	1
	Drobisch M.W.	P.O.	Science des combinaisons			2
	Drobisch M.W.	P.O.	Astronomie populaire			2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique et introduction au calcul astronomique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Construction et utilisation d'instruments astronomiques			2
1838	Drobisch M.W.	P.O.	Cursus annuel de hautes mathématiques : géométrie analytique et calcul différentiel		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique et calcul différentiel			3
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Description du système planétaire	Möbius, 1836	public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie des coniques		gratuit	2
1838-39	Drobisch M.W.	P.O.	Fin du cursus annuel : application du calcul intégral et différentiel		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Application du calcul intégral et différentiel			3
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie physique		public	2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Möbius A.F.	P.E.	Description de l'univers	Möbius, 1836		2
	Möbius A.F.	P.E.	Perspective			2
1839	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur	Drobisch, 1834	public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Statique			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie physique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'astronomie pratique			2
	Möbius A.F.	P.E.	Résolution de problèmes géométriques		gratuit	2
1839-40	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur (suite)	Drobisch, 1834	public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Éléments de psychologie mathématique	Herbart	public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Mécanique			4
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'arithmétique supérieure		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Sur la formation de notre système solaire	Möbius, 1836		2
1840	Drobisch M.W.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique, avec application à la géographie mathématique		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Trigonométrie plane et sphérique, avec application à la géographie mathématique			3
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Sur la formation de l'univers			2
	Möbius A.F.	P.E.	Exercices géométriques		gratuit	2
1840-41	Drobisch M.W.	P.O.	Cursus annuel de hautes mathématiques : analyse, géométrie analytique et calcul différentiel		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Analyse, géométrie analytique et calcul différentiel			3
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices mathématiques		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Construction et utilisation d'instruments astronomiques			2
1841	Drobisch M.W.	P.O.	Fin du cursus annuel : calcul intégral		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral			3
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments d'astronomie physique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Description analytique du mouvement des planètes		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de géométrie analytique			2
1841-42	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur	Drobisch, 1834	public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Sur la philosophie des mathématiques		public	1
	Drobisch M.W.	P.O.	Statique des corps solides			4
	Möbius A.F.	P.E.	Mécanique (traitée géométriquement)		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Calcul différentiel			2
	Möbius A.F.	P.E.	Description de l'univers	Möbius, 1836		2
1842	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral (avec plusieurs grandeurs variables)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Mécanique analytique			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Application du calcul différentiel aux lignes et surfaces courbes			2
	Möbius A.F.	P.E.	Chronologie et gnomonique		gratuit	2
1842-43	Drobisch M.W.	P.O.	Cursus de mathématiques supérieures : géométrie analytique et calcul différentiel		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique et calcul différentiel			4
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie sphérique (suite et fin)		public	2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie des coniques			2
	Möbius A.F.	P.E.	Description de l'univers	Möbius, 1836		2
	Naumann C.F.	P.E.	Cristallographie et les enseignements nécessaires de géométrie analytique			4
1843	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel et fondements du calcul intégral (suite du cursus)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel et fondements du calcul intégral			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		2
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Exercices géométriques			2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments de statique		gratuit	2
	Weinling C.A.	D.	Éléments d'ingénierie mécanique		gratuit	2
1843-44	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral et mécanique analytique (suite du cursus)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral et mécanique analytique			4
	Möbius A.F.	P.E.	Astronomie physique		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Construction et utilisation d'instruments astronomiques			2
	Möbius A.F.	P.E.	Exercices géométriques			2
	Weber W.E.	P.O.	Physique théorique pour étudiants en mathématiques		*privatissime*	-
	Lotze R.H.	D.	Arithmétique générale			4
1844	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral (fin du cursus)		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur	Drobisch, 1834		3
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices mathématiques		public	1
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		2
	Möbius A.F.	P.E.	Théorie, histoire du télescope et des découvertes qu'on a faites avec dans le ciel		public	2
	Möbius A.F.	P.E.	Sur quelques points du calcul intégral		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.E.	Éléments du calcul différentiel			2
1844-45	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur (suite)	Drobisch, 1834	public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique			4
	Möbius A.F.	P.O.	Trigonométrie sphérique et application à l'astronomie		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Géométrie analytique			2
	Möbius A.F.	P.O.	Sur la formation de notre système solaire			2
	Weber W.E.	P.O.	Physique théorique pour étudiants en mathématiques		*privatissime*	-
1845	Drobisch M.W.	P.O.	Éléments de psychologie mathématique	Herbart	public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique et calcul différentiel (suite)			6
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique			2
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie sphérique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Calcul des probabilités		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.O.	Arithmétique supérieure			2
1845-46	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral (public)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Éléments de mathématiques pures		*privatissime*	-
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Géométrie analytique			2
	Möbius A.F.	P.O.	Observation et calculs astronomiques			2
	Weber W.E.	P.O.	Physique théorique pour étudiants en mathématiques		*privatissime*	-
	Drobisch M.W.	P.O.	Éléments de statique et mécanique analytique (public)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Éléments de statique et mécanique analytique			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Mathématiques élémentaires, en lien avec la logique			4

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
1846	Möbius A.F.	P.O.	Présentation géométrique des éléments de mécanique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Sur quelques points d'analyse supérieure		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.O.	Construction et utilisation d'instruments astronomiques			2
	Naumann C.F.	P.O.	Éléments de géométrie analytique		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Mathématiques pures élémentaires (suite)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Dynamique analytique			4
1846-47	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie physique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie pratique			4
	Weber W.E.	P.O.	Physique théorique pour étudiants en mathématiques		*privatissime*	-
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices analytico-géométriques		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique			2
1847	Drobisch M.W.	P.O.	Logique, avec une introduction sur la relation de la science à la vie	Drobisch, 1836		2
	Möbius A.F.	P.O.	Statique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	La théorie des moindres carrés			2
	Möbius A.F.	P.O.	Présentation géométrique des propriétés des coniques			2
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Introduction à l'analyse et au calcul différentiel			4
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie sphérique		public	2
1847-48	Möbius A.F.	P.O.	Éléments d'arithmétique supérieure		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Exercices d'astronomie pratique			2
	Naumann C.F.	P.O.	Éléments de géométrie analytique		public	2
	Weber W.E.	P.O.	Physique théorique pour étudiants en mathématiques		*privatissime*	-
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul différentiel		public	3
	Drobisch M.W.	P.O.	Sur les équations de degré supérieur	Drobisch, 1834		3
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		2
1848	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie théorique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Perspective		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.O.	Analyse supérieure			2
	Marbach G.O.	M.	Éléments d'arithmétique et géométrie	Marbach, 1846		6
	Marbach G.O.	M.	Exercices du séminaire de mathématiques et sciences naturelles		gratuit	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Application du calcul différentiel		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral			4
1848-49	Drobisch M.W.	P.O.	Arithmétique juridico-caméraliste (politique)			2
	Möbius A.F.	P.O.	Éléments de calcul des probabilités		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Fondements de la nouvelle géométrie			2
	Weber W.E.	P.O.	Physique théorique pour étudiants en mathématiques		*privatissime*	-
	Drobisch M.W.	P.O.	Calcul intégral (suite)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Statique			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		2
1849	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie physique		public	2
	Möbius A.F.	P.O.	Sur quelques points de stéréométrie			2
	Möbius A.F.	P.O.	Calcul différentiel			4
	Marbach G.O.	M.	Géométrie élémentaire	Marbach, 1846		6
	Drobisch M.W.	P.O.	Exercices géométriques		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique			4
1849-50	Möbius A.F.	P.O.	Présentation élémentaire des principales perturbations de notre système solaire		public	2

Semestre	Professeur	Grade	Titre du cours	Manuel	Type de cours	Fréquence
	Möbius A.F.	P.O.	Éléments de calcul intégral			2
	Drobisch M.W.	P.O.	Géométrie analytique (suite)		public	2
	Drobisch M.W.	P.O.	Introduction à l'analyse et éléments de calcul différentiel			4
	Drobisch M.W.	P.O.	Logique	Drobisch, 1836		4
	Möbius A.F.	P.O.	Astronomie sphérique		public	2
1850	Möbius A.F.	P.O.	Méthode des perturbations spéciales		gratuit	2
	Möbius A.F.	P.O.	Sur l'interpolation et la quadrature mécanique			2
	Möbius A.F.	P.O.	Théorie des coniques			2
	Hankel W.G.	P.O.	Optique mathématique		public	2
	Marbach G.O.	P.E.	Géométrie élémentaire	Marbach, 1846	public	3
	Marbach G.O.	P.E.	Examen de géométrie élémentaire		*privatissime*	3

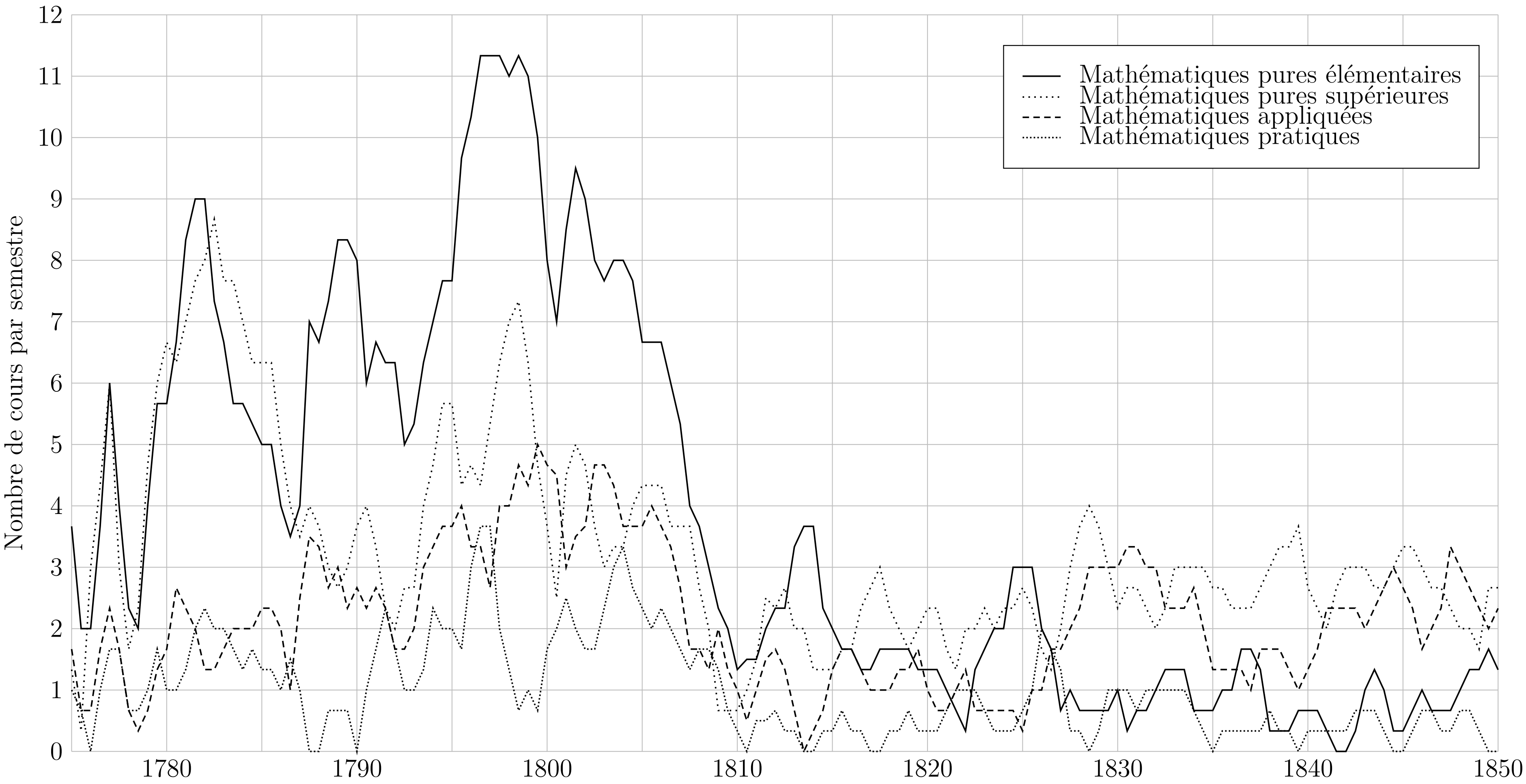


FIGURE K.1 – Répartition par catégorie des cours de mathématiques de l'université de Leipzig (1775-1850, données obtenues à partir de UBL - Vorlesungsverzeichniße 1777-1797, 1814-1850 et Catalogus Lectionum 1774-1849 - moyennes mobiles sur trois semestres [1]).

1. Pour les semestres manquants et leurs semestres adjacents, la moyenne est calculée sur les deux semestres restants parmi les trois.

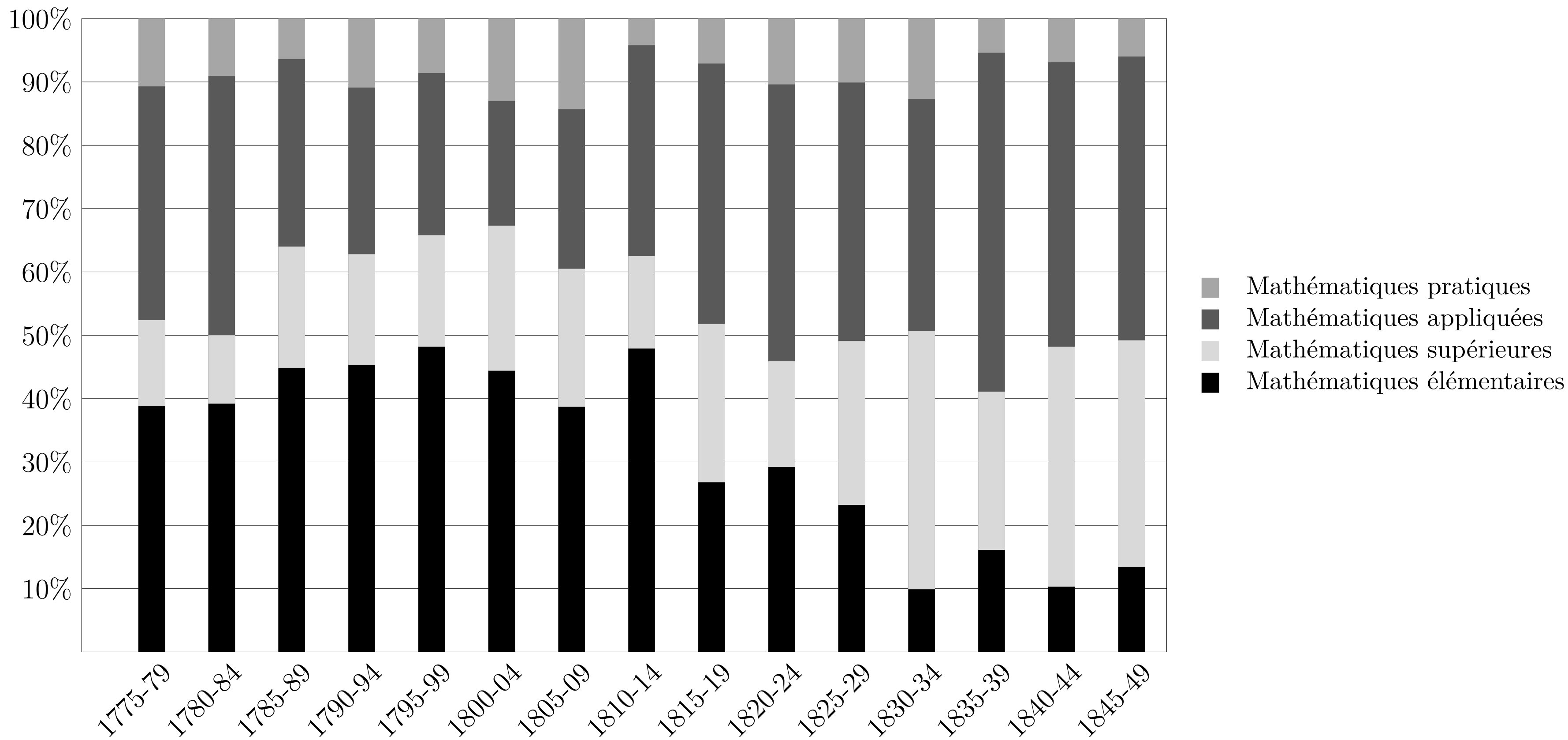


Figure K.2 – Évolution des proportions des cours de mathématiques par catégorie à l'université de Leipzig (1775-1849, par période de dix semestres consécutifs, données obtenues à partir de UBL - Vorlesungsverzeichniße 1777-1797, 1814-1850 et Catalogus Lectionum 1774-1849 [1]).

1. Lorsque certains semestres ne sont pas disponibles, comme pour la période (1775-1779) qui n'en compte que sept, la proportion est calculée en fonction des données existantes.

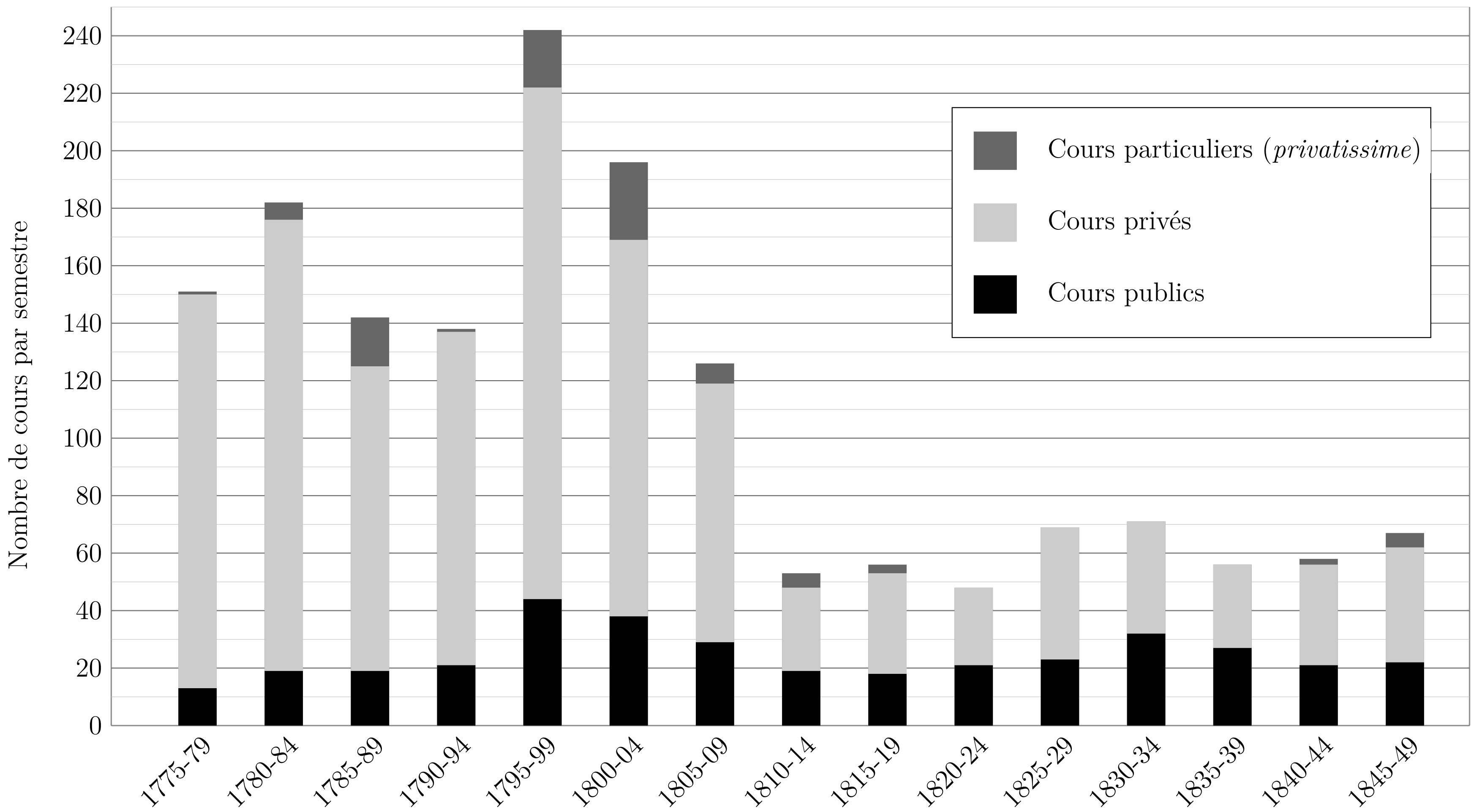


FIGURE K.3 – Répartition par type des cours de mathématiques à l'université de Leipzig (1775-1849, par période de dix semestres consécutifs, données obtenues à partir de UBL - Vorlesungsverzeichniße 1777-1797, 1814-1850 et Catalogus Lectionum 1774-1849 [1])

1. Lorsque certains semestres ne sont pas disponibles, comme pour la période (1775-1779) qui n'en compte que sept, la proportion est calculée en fonction des données existantes.

Notices biographiques des mathématiciens saxons 1765-1850

Ces notices biographiques ont tout d'abord un intérêt individuel, puisqu'elles permettent de reconstituer le parcours de mathématiciens saxons peu connus. De nombreuses figures « mineures » sont en effet absentes des grandes encyclopédies thématiques (*Allgemeine Deutsche Biographie*, *Neue Deutsche Biographie*, *Dictionary of Scientific Biography*, *Poggendorff*, etc.), et les informations qui les concernent sont dispersées dans les registres d'école ou d'université, les archives d'institutions scientifiques et les journaux d'époque. Ces notices possèdent également un intérêt collectif en ce qu'elles fournissent un panorama des acteurs qui ont fait et diffusé les mathématiques saxonnes sur environ trois générations. Sans pouvoir prétendre à l'exhaustivité, elles présentent une très grande majorité des mathématiciens qui ont publié, exercé ou enseigné en Saxe entre 1765 et 1851. Et si nous ne cherchons pas à proposer une biographie complète de chaque mathématicien, comme il en existe déjà pour les personnalités les plus connues, nous présentons chaque individu dans le contexte de son époque, en insistant sur sa formation, son parcours professionnel et sur le type de mathématiques qu'il a pu produire.

Cette prosopographie illustre la transformation des milieux mathématiques saxons, du statut des mathématiciens et des domaines d'utilisation de ces connaissances entre la fin de la guerre de Sept Ans et le milieu du XIX^e^ siècle. Ces évolutions soulèvent des questions variées, par exemple sur les rapports entre enseignement et recherche, ou sur le mouvement de professionnalisation des mathématiques qui commence à la fin du XVIII^e^ siècle. Quand et comment est modifié le statut des *Mathematicus*, ces maîtres de mathématiques si souvent déconsidérés ? Contribuent-ils à la recherche de nouveaux résultats, ou bien cette activité est-elle réservée aux professeurs d'université ? Les mathématiciens saxons sont-ils originaires de Saxe ? Où ont-ils étudié, et comment évolue cette formation au cours du temps ? Sont-ils plutôt des universitaires, des ingénieurs ou des enseignants ? Dans quelles branches des mathématiques publient-ils ? L'élaboration puis l'analyse de ces notices biographiques permet de préciser considérablement l'historiographie des mathématiques saxonnes.

Utilisation et sources des informations biographiques

Lorsque nous avons évoqué un mathématicien au fil du texte, nous l'avons présenté avec un petit nombre d'informations biographiques pertinentes pour le propos. Mais à chaque fois, les renvois aux notices biographiques, insérés en note de bas de page, donnent un accès direct à une biographie plus consistante. Cela permet de ne pas surcharger le cours du texte, d'autant que les personnages mineurs sont parfois évoqués par groupes. Lorsque nous étudions par exemple le statut social du *Mathematicus* au XVIII^e^ siècle, en affirmant qu'il s'agit souvent d'une activité secondaire, les figures de Gottfried Tauber (1766-1825), Friedrich Gottlob Haan (1771-1827), Johann August Wilhelm Steinhäuser (1780-1859) sont évoquées, ainsi que celle des maîtres de chant Friedrich Hess et Johann Gottlob Behringer (?-1820). Au-delà de leur activité de *Mathematicus*, ces personnes possèdent des parcours différents qui permettent d'apprécier les multiples trajectoires possibles et les activités professionnelles liées aux mathématiques à la fin du XVIII^e^ siècle. L'objet d'une notice biographique est précisément de fournir ces données qui, sans avoir leur place dans le corps de l'argumentation, présentent néanmoins un intérêt qui dépasse la simple anecdote et donnent des informations pertinentes sur l'organisation du milieu mathématique saxon. Ces étant classées par ordre alphabétique, cela rend possible une deuxième forme d'utilisation. On peut ainsi obtenir directement le portrait d'un mathématicien saxon rencontré par exemple au cours d'une autre recherche, sans avoir à passer en revue les multiples sources de renseignements, souvent fragmentaires et parfois contradictoires.

Bien que les sources utilisées varient grandement d'une personne à l'autre, il est possible de les classer en trois catégories. Une première catégorie, que nous avons privilégiée, sont les sources primaires directement consultées au cours de nos recherches en archives. Leur nature est extrêmement variable ; il peut s'agir de matricules d'université [1] ou d'une courte biographie insérée dans un programme scolaire. Les candidatures d'un individu fournissent de précieuses indications puisqu'il y décrit de manière détaillée sa formation et les publications dont il est l'auteur. Une seconde catégorie englobe les sources imprimées biographiques contemporaines de l'auteur et souvent écrites par des proches. On trouve en particulier de nombreuses informations dans les notices nécrologiques de la *Neue Nekrolog der Deutschen*, mais également dans des notices publiées par divers journaux allemands comme le *Allgemeine Literatur-Zeitung*, le *Göttingische Gelehrte Anzeigen*, ou le *Lexicon der vom Jahr 1750 bis 1800 verstorbenen Teutschen Schriftsteller*, ainsi que dans certaines publications locales saxonnes [2]. Une troisième catégorie comprend enfin toutes les sources secondaires, qui forment le plus souvent des compilations des informations précédentes. On y trouve en particulier les nombreuses publications historiques consacrées à une institution donnée. Cette catégorie comprend également les grandes encyclopédies biographiques allemandes et européennes : *Allgemeine Deutsche Biographie*, *Neue Deutsche Biographie*, *Dictionary of Scientific Biography*, *Moniteur des dates* et *Poggendorff*, dont les références se trouvent en bibiographie.

1. Blecher, Jens (éd.), *Die Matrikel der Universität Leipzig - 1 : Die Jahre 1809 bis 1832* (Leipzig : Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften, 2006) ainsi que Georg Erler (éd.), *Die jüngere Matrikel der Universität Leipzig, 1559 - 1809 - 3 : Die Immatrikulationen vom Wintersemester 1709 bis zum Sommersemester 1809* (Leipzig , Giesecke & Devrient, 1909).

2. Voir en particulier ALZ ; FGN ; GGA ; GT ; Haan, 1875 ; Haymann, 1809 ; LTS ; NADB et NND.

AßMANN Christian Gottfried Friedrich (1752-1822)

Né à Leipzig, où son père est notaire, C.G.F. Aßmann fréquente dans un premier temps la *Nikolaischule*, puis s'inscrit en 1768 à l'université de la ville. Il y étudie le droit et les mathématiques jusqu'en 1773, obtenant un baccalauréat en droit canon et romain. Il suit alors certains enseignements de l'Académie des mines de Freiberg, sans être officiellement inscrit. Il donne ensuite des cours particuliers à Dresde, puis est de 1783 à 1785 troisième enseignant de la *Nikolaischule* et *Privatdozent* à l'université de Leipzig.

En 1785, il est nommé professeur d'économie et sciences camérales à l'université de Wittenberg après de longues délibérations ; cette chaire nouvellement créée remplace celle de mathématiques élémentaires. Il continue à assurer des enseignements de mathématiques mais ne publie pas dans ce domaine, préférant écrire sur l'économie, les mines, la métallurgie, le droit ou l'architecture. Lors de la fermeture de l'université en 1817, il demande et obtient une petite pension et cesse alors toute activité scientifique.

BACKENBERG Franz Heinrich (1754-1813)

F.H. Backenberg est né à Varsovie, son père étant calculateur dans l'administration. On ne connaît pas le détail de ses études, bien qu'il semble avoir étudié les langues et les mathématiques. Il est jusqu'en 1785 lieutenant dans le Corps d'ingénieurs de l'armée saxonne, à Dresde. À partir de 1785, tout en restant dans l'armée, il donne des cours à la *Ritterakademie*, où il enseigne l'art des fortifications et les mathématiques, avant de diriger cette institution.

Il ne semble pas avoir publié d'ouvrages de recherche, mais est l'auteur d'une série de manuels pour l'instruction des officiers intitulée *Lehrbuch der Kriegswissenschaften für die Bedürfnisse der chursächsischen Ritterakademie* (Leipzig, Fleischer, 1796). Ils ont un grand succès puisque les deux volumes consacrés aux mathématiques - *1. Arithmetik und Algebra, besonders zum Gebrauche für Officiers bestimmt, 2. Geometrie und ebene Trigonometrie, besonders zum Gebrauche für Officiers bestimmt* - sont imprimés en 1812 pour la troisième fois. Dans le domaine des mathématiques pratiques, il dirige des relevés topographiques de la Saxe et des provinces environnantes.

BALTZER Heinrich Richard (1818-1887)

Né à Meißen, il est élève à l'École d'État locale puis étudie les mathématiques à l'université de Leipzig, où il obtient en 1841 le grade de docteur. Durant ses études, il enseigne les mathématiques à l'école du dimanche de la Société polytechnique de Leipzig. Il est ensuite brièvement enseignant en mathématiques à l'École professionnelle supérieure de Chemnitz, puis à la *Kreuzschule* de Dresde à partir de 1842. Il est nommé en 1864 membre de la Société royale des sciences de Saxe. En 1869, il est recruté comme professeur de mathématiques à l'université de Gießen où il enseigne jusqu'en 1887.

Son œuvre la plus célèbre est sans aucun doute sa théorie des déterminants, la première en langue allemande, publiée en 1857 et traduite en français quatre ans plus tard sous le titre *Théorie et applications des déterminants avec l'indication des sources originales* (Paris, Mallet-Bachelier, 1861). Il a aussi écrit plusieurs manuels de mathématiques, et participe, avec K.C. Snell, à une réflexion sur les méthodes d'enseignement des mathématiques dans le secondaire.

BÄRMANN Georg Friedrich (?-1769)

Né à Leipzig dans une famille aisée (son père est avocat), il fréquente l'École d'État de Pforta avant d'étudier les mathématiques et la théologie. Il est d'abord inscrit à l'université de Leipzig à partir de 1730, puis à Marburg où il suit les enseignements de C. Wolff. Il obtient en 1737 sa maîtrise de philosophie et devient en 1745 professeur ordinaire de mathématiques inférieures à l'université de Wittenberg. En 1755, il est nommé à la chaire de mathématiques supérieures de la même université suite à la mort de J.H. Friedrich, poste qu'il occupe pendant le reste de sa vie.

Il devient célèbre pour son édition complète et critique des *Éléments* d'Euclide, *Elementorum Euclidis libri XV ad Graeci contextus fidem recensiti et ad usum tironum accomodati* (Leipzig, Gliditsch), et publie également plusieurs travaux en algèbre.

BARTH Karl Friedrich (1779-1850)

Né à Pforta, alors commune saxonne, il étudie à l'École d'État de cette ville entre 1793 et 1798. Il a très probablement fréquenté l'université avant d'être recruté en 1807 comme recteur du *Gymnasium* de Bautzen. À partir de 1820, il est également *Mathematicus* dans cette même école, jusqu'à ce qu'un enseignant de mathématiques soit recruté en 1835. Il meurt en 1850 après avoir obtenu le titre de professeur émérite. Il ne semble pas avoir publié dans le domaine des mathématiques, à l'exception d'un essai sur le nouveau système d'imposition foncière saxon en 1841.

BEHRINGER Johann Gottlob (1739-1820)

Bien que l'on connaisse peu de choses sur la vie de J.G. Behringer, il est pendant plusieurs années simultanément maître de chant (*Kantor*) et *Mathematicus* à la *Nikolaischule* de Leipzig. Il est recruté au plus tard au début des années 1770 et meurt le 12 octobre 1820. Dans cette école, où seul le calcul est à cette époque enseigné à l'ensemble des élèves, il propose des cours privés de mathématiques. Son élève le plus connu est l'astronome Johann Karl Burckhardt (1773-1825), élu en 1804 membre de l'Académie des sciences de Paris.

BLEYL Hermann (1814- ?)

Né à Chemnitz, il étudie tout d'abord à la *Kreuzschule* de Dresde, puis à l'Institut de formation technique et enfin à l'Académie des arts de cette même ville. De 1836 à 1838, il travaille pour l'Institut d'arpentage de Dresde et obtient en 1839 le diplôme d'arpenteur première classe. Il est alors ingénieur à titre privé pendant deux ans, avant d'être nommé en 1841 enseignant en mathématiques au *Gymnasium* ainsi qu'à l'École professionnelle de Plauen. La dernière source trouvée le concernant, datée de 1854, indique qu'il occupe toujours ce poste.

Les programmes scolaires montrent qu'il insiste particulièrement sur les mathématiques pratiques. Il propose ainsi à l'été 1847, en plus des enseignements classiques de l'établissement, des cours de géométrie pratique et de dessin cartographique. L'unique publication qui lui est attribuée, le livret scientifique du programme scolaire de Plauen en 1845, a pour titre *Sur l'aménagement des fossés pour les moulins et autres machines* (*Über Anlage von Wassergräben für Mühlen und andere Maschinen*), sujet qui se situe selon lui à la frontière entre la science hydraulique et la géométrie pratique.

BÖHME August Gottlob (1719-1797)

A.G. Böhme est né en Saxe, à Grossporten au sud de Leipzig. Même si on ne connaît pas le lieu de sa formation, il a nécessairement étudié à l'université puisqu'il obtient une maîtrise de philosophie. Il enseigne de 1750 à 1797 les sciences mathématiques et militaires à l'Académie d'ingénieurs de Leipzig et publie en 1793 un ouvrage d'arpentage, *Abhandlung wie ein ganzes Land mit allen seinen Gegenständen und Abtheilungen durch geometrische und astronomische Beobachtungen vortheilhaft aufzunehmen und in einer Karte geographisch vorzustellen* (Dresden, Walther, 1793). Sa correspondance avec J.H. Lambert sur la question des projections en cartographie a également été publiée.

BORZ Georg Heinrich (1714-1799)

Né à Engelstein en Prusse d'un père pasteur, il étudie successivement à l'Académie de Königsberg (1730-1733), au *Gymnasium* de Gdansk (1733-1740), puis à l'université de Halle (1740-1742) la théologie, la philosophie et les mathématiques. En 1743, en obtenant sa maîtrise de philosophie et son habilitation à l'université de Leipzig, il devient *Privatdozent*. Il séjourne ensuite en Autriche et en Russie (Saint-Pétersbourg), sans doute en tant qu'enseignant particulier. Il est nommé professeur extraordinaire à Leipzig en 1763, puis professeur ordinaire de mathématiques en 1769, poste qu'il occupe jusqu'à sa mort.

Son œuvre, entièrement rédigée en latin, est constituée uniquement de programmes universitaires qui n'ont pas été très diffusés, ainsi que de contributions dans des journaux savants (comme les *Nova Acta Eruditorum*). Les domaines abordés sont l'astronomie, la mécanique, la géométrie et la théorie des équations. Borz est de plus un organisateur de talent, plusieurs fois élu doyen de la faculté de philosophie. Il contribue à renforcer la position de la discipline mathématique à l'université, d'une part en lui assurant une plus grande assise institutionnelle, et d'autre part en y introduisant l'enseignement et l'étude du calcul infinitésimal à partir de 1769. Membre de la Société Janoblovia, il en est président jusqu'en 1799.

BRANDES Heinrich Wilhelm (1777-1834)

Brandes est né à Ritzebüttel, près de Hambourg, dans une famille modeste dont le père est pasteur. Il fréquente l'école de Ottendorf (1786-1793) avant de devenir ingénieur hydraulique à Neuwerk. Il continue à étudier les mathématiques, seul puis à l'université de Göttingen (1796-1798), où il s'intéresse également à la physique et à l'astronomie. Après avoir brièvement enseigné à Hambourg en 1799-1800, il obtient en 1801 une place d'ingénieur dans le duché d'Oldenburg et se spécialise dans les digues (*Deichcondukteur*). Il obtient une place de professeur ordinaire en mathématiques à l'université de Breslau en 1811, refuse en 1818 un poste à Dorpat (Russie) avant d'être nommé en 1826 professeur ordinaire de physique à l'université de Leipzig.

Les livres qu'il a publiés abordent aussi bien les mathématiques pures (arithmétique, géométrie analytique, analyse combinatoire) que les mathématiques pratiques (construction, mécanique), voire la météorologie et les sciences naturelles. Il contribue à la plupart des périodiques scientifiques de son époque, des journaux de Hindenburg à ceux de Bode, Zach et Gilbert.

BRANDES Karl Wilhelm Hermann (1814-1843)

Fils du précédent, il naît à Breslau et déménage à Leipzig lorsque son père est nommé professeur à l'université. Il fréquente tout d'abord la *Nikolaischule* jusqu'en 1832, puis étudie à l'université les sciences naturelles et les mathématiques. De 1835 à 1840, il est assistant de Möbius à l'Observatoire astronomique ; il obtient le grade de docteur en mathématiques en 1837 et l'habilitation en 1841, avec un travail intitulé *De chordis linearum et superficierum secundi gradus*. À partir de 1840, il enseigne à la *Nikolaischule*, devient également *Privatdozent* à l'université l'année suivante, mais meurt brusquement en 1843. Sa mort précoce ne lui a pas permis de publier beaucoup, mais on peut tout de même signaler, outre ses travaux universitaires, une étude sur le galvanisme rédigée en 1837 avec G.T. Fechner.

BÜNAU Heinrich von (1808-1855)

Né à Delitzsch en Saxe, il fréquente l'École d'État de Pforta et entre à la fin des années 1820 à l'université de Leipzig pour y étudier le droit. Il est mentionné comme étudiant à l'Académie des arts de Dresde ; il bénéficie ensuite d'une bourse pour étudier à l'Institut polytechnique de Vienne en 1832 et 1833. On le retrouve enseignant en mathématiques à l'École de construction de Leipzig à la fin des années 1830. En 1839, il est nommé enseignant de mathématiques et construction à l'École professionnelle supérieure de Chemnitz, obtient en 1843 le titre de professeur, et en 1846 le titre de docteur en philosophie de l'université de Leipzig.

Ses publications concernent la physique, la chimie et les mathématiques pratiques ; elles se trouvent pour la plupart dans les programmes de l'École de Chemnitz. On lui doit également des manuels de géométrie ainsi qu'une traduction en allemand du *Traité de géométrie descriptive* d'Étienne-Louis Lefébure de Fourcy, *Lehrbuch der descriptiven Geometrie nebst einer, die Theorie der Ebene und geraden Linie im Raume enthaltenden Einleitung* (Chemnitz, Goetsche, 1845).

BUSSE Friedrich Gottlieb von (1756-1835)

Fils de pasteur, von Busse est né à Gardelegen en Prusse. Il commence ses études à Magdeburg, qu'il quitte en 1775 pour étudier la théologie à l'université de Halle. De 1779 à 1793, il enseigne au *Philanthropin* de Dessau, dans l'État de Saxe-Anhalt-Dessau. Cet institut d'enseignement secondaire se distingue alors par l'importance qui y est accordée aux matières utiles dans la vie civile, les *Realien*, dont les mathématiques font partie. Autodidacte en sciences, son goût pour les mathématiques pratiques lui vaut d'être nommé en 1793 ingénieur en génie hydraulique dans ce même État, tout en travaillant à la mise en place d'une caisse de retraite. En 1801, ses connaissances théoriques et techniques lui permettent d'obtenir le poste de professeur de mathématiques à l'Académie des mines de Freiberg, qu'il occupe jusqu'à 1827. En 1808, il est nommé docteur *honoris causa* de philosophie par l'université de Halle.

Von Busse a publié plusieurs manuels, le plus connu concernant le calcul infinitésimal, *Bündige und reine Darstellung des wahrhaften Infinitesimal-Calcüls* (Dresden, Arnold, 1825-1827). Il a aussi rédigé des manuels pour l'enseignement primaire des mathématiques. Il a également travaillé sur les mathématiques pratiques, en stéréométrie, mesure des tonneaux et machines hydrauliques. On lui doit aussi des réflexions sur les méthodes et la philosophie des sciences, notamment une étude sur l'algèbre de Carnot, *Vergleichung zwischen Carnots* *und meiner Ansicht der Algebra* (Freiberg, Craz, 1804), et un travail sur les principes métaphysiques des sciences naturelles chez Kant.

CHARPENTIER Johann Friedrich Wilhelm von (1738-1805)

Charpentier naît à Dresde dans une famille de militaires (son père est capitaine). En 1759, il s'inscrit à l'université de Leipzig où il étudie le droit et les sciences mathématiques. Lors de la création de l'Académie des mines de Freiberg, il est choisi comme professeur de mathématiques et rédige un programme inspiré de l'enseignement universitaire de son époque. En 1773, il est nommé au conseil supérieur de l'administration des mines (*Oberbergamt*) ; il abandonne progressivement ses activités d'enseignements dans les années 1780, pour se concentrer sur l'organisation de l'Académie et de l'exploitation des mines.

Ses publications ne concernent pas les mathématiques, puisqu'il semble n'avoir publié que des ouvrages sur la géognosie et la géographie minérale du royaume de Saxe. On lui doit cependant, dans le domaine de la géométrie souterraine, de nombreuses cartes des mines des Monts Métallifères. Son rôle est avant tout celui d'un organisateur qui a permis la mise en place d'une politique scientifique efficace en Saxe et en particulier à l'Académie des mines.

DAMM Johann Otto (1766-1837)

Damm est né à Dresde dans une famille d'artisans fabricants. Ses études ne sont pas connues, mais il entre dans l'armée en 1785. Actif dans le domaine des mathématiques pratiques, il réalise de nombreux relevés topographiques à la fin du XVIII^{e} siècle. En 1803, il devient enseignant en mathématiques à l'Académie d'ingénieurs de Dresde. En 1815, après la signature du traité de Vienne, il passe au service de la Prusse.

DEMUTH Ehrenfried Traugott (1738-1799)

Né à Kamenz en Saxe, il étudie au *Gymnasium* de Bautzen puis à l'université de Leipzig entre 1756 et 1762. Il est brièvement précepteur avant d'être nommé en 1767 *Mathematicus* au *Gymnasium* de Bautzen. Cet établissement est célèbre pour son haut niveau en mathématiques et Demuth a même la chance d'être sixième *Collega*, ce qui signifie qu'il fait pleinement partie du collège des enseignants. À partir de 1781, il devient recteur et reste jusqu'à sa mort dans cet établissement. La seule publication qu'on connaisse de lui ne relève pas des mathématiques, mais souligne l'intérêt des sciences naturelles dans la formation des élèves : *Der große Nutzen der Naturlehre in der geistlichen Beredsamkeit* (Leipzig, Löper, 1760).

DIETZEL Karl Franz (1820- ?)

Né à Oelsnitz en Saxe, il est inscrit au *Gymnasium* de Plauen puis fréquente directement la partie supérieure de l'Institut de formation technique de Dresde (1843-1844). Jusqu'en 1847, il est étudiant en mathématiques à l'université de Leipzig et noue notamment des liens avec Möbius. Il est ensuite nommé enseignant en mathématiques à l'École professionnelle de Zittau. En 1862, il semble avoir changé d'établissement, ou du moins occuper un second poste, puisqu'il travaille dans le *Gymnasium* de cette même ville. Il est probablement mort dans les années 1870. Il publie un manuel de dessin technique et plusieurs livrets scientifiques consacrés à la physique mathématique dans les programmes de l'École professionnelle de Zittau.

DROBISCH Moritz Wilhelm (1802-1896)

Drobisch est né à Leipzig d'un père écrivain public. Il étudie tout d'abord à la *Nikolaischule*, puis de 1815 à 1819 à l'École d'État de Grimma, et enfin à l'université de Leipzig jusqu'en 1824. Cette année-là, il obtient le titre de docteur et l'habilitation à enseigner avec un mémoire intitulé *Theoriae analyseos geometrica prolusio*. En 1826, il devient professeur extraordinaire en mathématiques suite à la mort de Mollweide, avant d'être nommé la même année professeur ordinaire. En 1842, il est également nommé professeur ordinaire de philosophie. Il cesse dans les années 1860 d'enseigner les mathématiques mais continue son travail philosophique jusqu'en 1886. Il est plusieurs fois doyen de la faculté et même recteur de l'université.

Ses nombreuses publications concernent de multiples domaines des mathématiques et de la philosophie. En mathématiques, il s'intéresse aux réformes de l'enseignement en conseillant le gouvernement, et publie également plusieurs manuels. Son ouvrage le plus influent est sans doute une réflexion sur la logique formelle, *Neue Darstellung der Logik nach ihren einfachsten Verhältnissen* (Leipzig, Voß, 1836), réédité plusieurs fois au cours du siècle. Défenseur d'Herbart en philosophie, il poursuit les recherches de celui-ci et écrit un manuel de psychologie mathématique, *Erste Grundlehren der mathematischen Psychologie* (Leipzig, Voß, 1850). Il est un des membres fondateurs de la Société royale des sciences de Saxe.

EBERT Johann Jakob (1737-1805)

Né à Breslau en Silésie, province bientôt annexée par la Prusse, il étudie jusqu'en 1756 au *Gymnasium* de la ville, avant de s'incrire à l'université de Leipzig où il obtient une maîtrise en 1760. Il devient alors *Privatdozent* jusqu'en 1764, puis entreprend une série de voyages à Paris et à Saint-Pétersbourg, au cours desquels il est occasionnellement précepteur. En 1769, il est nommé professeur ordinaire de mathématiques élémentaires à l'université de Wittenberg. En 1784, à la mort de Zeiher, les deux chaires de mathématiques sont réunifiées ; Ebert devient alors professeur de mathématiques, poste qu'il occupe jusqu'à sa mort.

En tant que polymathe, son activité éditoriale est très variée : il édite des journaux littéraires et des almanachs, publie des manuels de mathématiques et de philosophie. Il s'implique dans le mouvement de réforme de l'enseignement secondaire en 1773, et dirige à partir de 1790 le séminaire de l'université de Wittenberg pour la formation des enseignants du primaire. On lui doit également la publication d'un manuel d'algèbre selon Euler, *Auszug aus Herrn Leonhard Eulers vollständigen Anleitung zur Algebra* (Frankfurt, Fleischer, 1789).

EICHLER Kaspar (1752-1830)

Né à Leipzig dans une famille aisée, il fréquente la *Thomasschule*, puis l'université de 1772 à 1778, obtenant une maîtrise. Il étudie ensuite les mathématiques à l'université de Göttingen avec Kästner. En 1787, il devient *Privatdozent* à l'université de Leipzig, poste qu'il abandonne en 1799. Il reste enseignant privé jusqu'à sa mort. Il écrit en 1786 un ouvrage sur la théorie des parallèles intitulé *De theoria parallelarum Schulziana* (Leipzig, Büschel, 1786).

ESCHENBACH Hieronymus Christoph Wilhelm (1764-1797)

Né à Leipzig d'un père fabricant, il est élève à l'École d'État de Meißen (1776-1782) puis étudiant à l'université de Leipzig (1782-1785) où il obtient une maîtrise, puis son habilitation en 1789. Il devient alors *Privatdozent* jusqu'en 1791, date à laquelle il s'engage dans la compagnie des Indes. Il meurt au cours d'un voyage en 1797.

Son mémoire d'habilitation, *Dissertatio de serierum reversione formulis analytico-combinatoriis exhibita*, se situe clairement dans le cadre du projet de l'école d'analyse combinatoire et témoigne de l'influence de Hindenburg. Dans le domaine des mathématiques appliquées et pratiques, il traduit plusieurs ouvrages du hollandais et du français (mesure de contenu de tonneaux, astronomie). L'une de ses lettres à Hindenburg est publiée en 1795 dans le premier volume des *Archiv für reine und angewandte Mathematik.*

FISCHER Gotthelf August (1763-1832)

Né près de Meißen où son père est forestier, il fréquente l'École d'État locale puis s'engage dans l'armée en 1779. Il étudie à l'École d'artillerie de 1779 à 1783 et se spécialise en mathématiques, plus spécifiquement en mathématiques pratiques. Il quitte en 1794 l'armée et devient professeur de mathématiques à la *Pagenhaus* de Dresde. Il est ensuite enseignant de mathématiques pour le Corps des cadets (1815), l'École de construction (1818) et enfin pour l'Institut de formation technique de Dresde en 1828.

Ses publications sont essentiellement des manuels de mathématiques pratiques : calcul forestier, cartographie, mathématiques pour la construction. Il écrit en 1828 une *Krummlinige Geometrie* dans laquelle il propose un exposé des mathématiques supérieures à l'usage des étudiants d'instituts techniques. Il contribue à populariser la méthode cartographique de J.G. Lehmann (voir *infra*, p. 507), qui sera ensuite utilisée dans toute l'Europe pour représenter les surfaces inclinées.

FLEISCHER Carl Rudolf (1798- ?)

Né à Merseburg, dans le nord de la Saxe, il étudie à l'université de Halle (1824-1827) et obtient le titre de docteur avec un mémoire consacré à la cristallographie, *De legibus, quas natura in crystallorum conformatione sequitur*. Il est pendant deux ans enseignant au *Gymnasium* de Nordhausen, avant d'être nommé enseignant en mathématiques à l'École d'État de Grimma, dont il devient émérite en 1868.

Parmi ses publications on trouve un manuel d'arithmétique élémentaire, *Vorschule der Arithmetik* (Grimma, Rößler, 1859). Il a également écrit dans les programmes de l'École de Grimma deux livrets scientifiques consacrés à la géométrie analytique, en 1840 et 1851.

FORT Karl Osmar Alexander (1817-1881)

Né à Dresde, il étudie à l'Institut de formation technique de 1838 à 1842, avant de devenir enseignant à l'Institut maçonnique de Dresde. En 1847, il est nommé enseignant de mathématiques à l'Institut de formation technique, puis obtient en 1854 le titre de professeur de mathématiques, mécanique et hydraulique.

En 1846, il prononce le discours d'inauguration de la nouvelle Société des sciences de Saxe et, pour célébrer le 200e anniversaire de la naissance de Leibniz, choisit comme sujet l'histoire du calcul différentiel. Il rédige des articles pour les *Annalen der Physik*, ainsi qu'un mémoire dans le programme de l'École polytechnique de Dresde en 1852 sur la théorie des tangentes. Il est enfin l'auteur, avec Schlömilch, d'un célèbre manuel de géométrie analytique, *Lehrbuch der analytischen geometrie* (Leipzig, Teubner, 1855, 2 volumes, 3e édition en 1904).

FRANKE Traugott Samuel (1804-1863)

Franke naît en Saxe dans une famille modeste, avec un père toilier. Il fréquente le *Gymnasium* de Freiberg, puis l'université de Leipzig de 1827 à 1830. Il passe rapidement de la théologie aux mathématiques et obtient le grade de docteur en 1831. Il est alors nommé recteur dans la petite ville de Roßwein, puis en 1836 enseignant à l'Institut de formation technique de Dresde ; il occupe ce poste jusqu'en 1849, avec le titre de professeur à partir de 1838. Il est ensuite nommé directeur de l'Institut polytechnique d'Hanovre où il travaille jusqu'à sa mort.

Il a publié dans différents domaines des mathématiques : on lui doit plusieurs manuels élémentaires, dont un ouvrage expliquant le système décimal publié à l'occasion de la réforme des poids et mesures en Saxe en 1841, *Die Rechnung mit Decimalbrüchen in besonderer Beziehung auf das neue Sächsische Münz- und Gewicht-System* (Dresden, Arnold, 1841). Il a également publié plusieurs articles dans le journal de Grunert, en géométrie analytique, trigonométrie et analyse.

FUNK Christlieb Benedikt (1736-1786)

Né à Hartenstein dans les montagnes saxonnes, il étudie au *Gymnasium* de Freiberg puis à l'université de Leipzig (1754-1762), obtenant une maîtrise de philosophie. De 1763 à 1772, il est enseignant et maître de chant à la *Nikolaischule* de Leipzig, avant d'être nommé professeur ordinaire de physique à l'université. Il occupe ce poste jusqu'à sa mort et contribue au développement de la chaire, notamment par l'acquisition en 1784 d'une vaste collection d'instruments de physico-mathématiques.

Il est, avec Leske et Hindenburg, l'un des trois éditeurs du *Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Ökonomie*. Il a également écrit des manuels populaires de géographie mathématique, d'astrognosie et de mathématiques élémentaires, qui ont servi de support à ses enseignements universitaires.

GEHLER Johann Samuel Traugott (1751-1795)

Né à Leipzig, il étudie dans l'un des *Gymnasien* de la ville avant de s'inscrire à l'université en 1766. Il y reste jusqu'en 1777, étudiant les mathématiques, les sciences naturelles et le droit. Il obtient en 1774 une maîtrise de philosophie et deux ans plus tard le titre de docteur en droit. Il est *Privatdozent* jusqu'en 1786 et ses cours, notamment en mathématiques supérieures, ont beaucoup de succès. Il est en contact avec Hindenburg, Werner, Lichtenberg, A. von Humboldt et de nombreux scientifiques allemands. À partir de 1783 il est également magistrat à Leipzig.

Ses très nombreux contacts dans le monde scientifique lui permettent d'éditer un dictionnaire des sciences physiques de 1787 à 1795 (*Physikalisches Wörterbuch*, 5 volumes), ainsi que quatre volumes d'un journal consacré à la physique, la *Sammlung zur Physik und Naturgeschichte*, entre 1768 et 1792. Il est également membre de plusieurs sociétés scientifiques, dont la Société économique de Leipzig.

GILBERT Ludwig Wilhelm (1769-1824)

Gilbert est né à Berlin. Son père avocat l'envoie en 1776 étudier au *Philanthropin* de Dessau où son enseignant de mathématiques est von Busse. De 1786 à 1794, il étudie à l'université de Halle la géographie et les mathématiques. Il est ensuite professeur extraordinaire de physique dans cette même université de 1795 à 1801, date à laquelle il devient professeur ordinaire. En 1811, il est nommé à l'université de Leipzig pour remplacer C.S. Weiß. Il fait deux voyages scientifiques en France et Italie, financés par le gouvernement, en 1807 et 1819.

Il est à partir de 1798 l'éditeur des *Annalen der Physik*. La même année, il publie un manuel de géométrie, *Die Geometrie nach Le Gendre, Simpson, Van Swinden, Gregorius a St. Vincentio, und den Alten* (Halle, Renger, 1798). Ses autres publications concernent les sciences naturelles et la chimie.

GOLDBACH Christian Friedrich (1763-1811)

Né près de Leipzig, il fréquente l'une des écoles locales avant d'entrer comme comptable dans l'administration de la ville. Il mène en parallèle une activité d'astronome amateur qui se concrétise en 1799 par la publication d'un recueil d'observations. Cet ouvrage est bien plus complet que ses contemporains, et la préface rédigée par F.X. von Zach lui assure une large publicité dans toute l'Europe. Ce succès lui permet d'obtenir en 1804 la chaire d'astronomie de l'université de Moscou, possiblement sur une recommandation de J.-J.L. de Lalande, où il attendra en vain la réfection de l'observatoire.

HAAN Friedrich Gottlob (1771-1827)

Né dans le village de Lampertsdorf près d'Oschatz, en Saxe, d'un père enseignant, il fréquente entre 1786 et 1792 le *Lyceum* de Chemnitz. Il étudie ensuite la théologie à l'université de Wittenberg (1792-1795), obtenant successivement une maîtrise puis un doctorat. Sans fréquenter les cours de mathématiques de l'université, il met à profit son séjour à Wittenberg pour s'instruire dans cette science, ainsi qu'en physique et en fabrication d'instruments. Enseignant dans une école de filles à Torgau jusqu'en 1804, il est alors recruté comme *Mathematicus* pour la *Bürgerschule* de Dresde, jusqu'en 1809. On le trouve impliqué dans de nombreuses activités d'enseignement jusqu'à sa mort, notamment à l'Académie de médecine où il enseigne la philosophie et les mathématiques de 1814 à 1827, où encore à la *Kreuzschule* de Dresde en 1819. Son activité principale reste néanmoins la fabrication de globes terrestres et de planétaires. Il publie plusieurs livres sur ce sujet ainsi qu'au moins un ouvrage d'astronomie populaire, *Die Gestirne, wie Sie am Himmel erscheinen* (Leipzig, Hinrichs, 1827). Son magasin semble avoir fonctionné très bien jusqu'à sa vente en 1825.

Ses connaissances variées lui permettent de s'impliquer dans divers projets de réformes de l'enseignement. Il est par exemple sollicité pour réaliser le plan et le programme d'une nouvelle école secondaire, dont il refuse ensuite la direction. Membre honoraire de la Société économique de Leipzig, il participe à la création d'une école préparatoire à l'Académie de chirurgie de Dresde (*Bekanntmachung betreffend die Errichtung einer Vorbereitungsschule zur chirurgisch-medizinischen Akademie*, Dresden, 1826). Il s'est également impliqué dans la création de l'Institut de formation technique de Dresde en envoyant un projet de programme le 6 décembre 1826.

HALLBAUER Anton (1814-1891)

Né à Freiberg, il est inscrit au *Gymnasium* de cette même ville et va étudier à partir de 1831 à l'Académie des mines. Il entre ensuite dans l'administration des mines, avant d'être nommé par le ministère enseignant de mathématiques à l'École professionnelle de Zittau en 1840. Avant d'entrer en fonction, le ministère de l'intérieur lui propose un voyage scientifique de trois mois dans les provinces rhénanes, l'Alsace, la Suisse et la Belgique. En 1846, il est élu à la direction du chemin de fer Löbau-Zittau, puis en 1866 à la tête des chemins de fer de l'État. Il a rédigé en 1842, pour le programme de l'École de Zittau, un livret scientifique sur l'étude des forces dans les machines, et réalisé plusieurs traductions de J.-V. Poncelet, en particulier de sa *Mécanique industrielle*.

HAUSMANN Karl Friedrich (1767- ?)

Né à Pirna, au sud-est de Dresde, Hausmann s'inscrit en 1785 à l'université de Leipzig. En 1791, il devient docteur en droit et est habilité en tant que *Privatdozent*, avec un mémoire intitulé *De lineis spiralibus*, poste qu'il occupe jusqu'en 1797. Il abandonne alors les mathématiques pour devenir commissaire des postes, et ce jusqu'en 1822. On ne connaît pas la fin de sa vie.

En 1787, il a publié dans le magazine de Lichtenberg un article, écrit avec Hindenburg, sur la construction et le fonctionnement d'une pompe à air, *Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechanismus et descriptio*. Il est également l'auteur de diverses publications juridiques.

HECHT Daniel Friedrich (1777-1833)

D.F. Hecht est né à Sosa, dans les Monts Métallifères, où son père est pasteur. On sait peu de choses sur sa jeunesse, si ce n'est qu'il étudie au *Lyceum* de Schneeberg puis à l'université de Wittenberg de 1798 à 1801, où il suit notamment les cours de Ebert. À la mort de son père, il doit interrompre ses études et commence à travailler comme simple employé dans l'administration des mines de Freiberg. Remarqué pour son talent, il obtient une bourse pour étudier à l'Académie des mines en 1803. Il reste ensuite à Freiberg où il gagne sa vie par des cours privés de mathématiques, des travaux d'arpentage et de géométrie souterraine ; il est alors *Schichtmeister*, c'est-à-dire conducteur des mines. Il est nommé enseignant à l'École des mines en 1813.

Son manuel de géométrie, dont les deux volumes sont publiés en 1812 et 1814, *Lehrbuch der Arithmetik und Geometrie : zum Gebrauch des Unterrichts bey der academischen Bergschule Freyberg* (Freiberg, Craz et Gerlach, réédité en 1826) est un véritable succès qui lui permet d'obtenir une proposition de l'Académie des mines de Kielce en Pologne en 1816. Il utilise cette opportunité pour négocier le poste de second professeur de mathématiques à l'Académie des mines de Freiberg. Il devient premier professeur en 1827 lorsque von Busse part à la retraite.

Ses enseignements couvrent les mathématiques élémentaires, les mathématiques appliquées et surtout la géométrie souterraine théorique. Il publie en 1829 un célèbre manuel dans cette discipline, *Lehrbuch der Markscheidekunst* (Freiberg, Craz et Gerlach, 1829) ainsi qu'une introduction au calcul différentiel et intégral, *Von den quadratischen und kubischen Gleichungen, von den Kegelschnitten, und von den ersten Gründen der Differential- und Integral-Rechnung* (Leipzig, Reclam, 1824). Outre ces manuels, il écrit plusieurs articles de recherche en mathématiques pratiques, tous reliés à l'exploitation des mines et à la géométrie souterraine, notamment dans les *Annalen* de Gilbert.

HEINSIUS Gottfried (1709-1769)

Né à Naumburg, il s'inscrit à l'université de Leipzig pour étudier la philosophie ; s'orientant progressivement vers les sciences astronomiques, il obtient en 1734 l'habilitation en tant que *Privatdozent*. Deux ans plus tard, il devient professeur extraordinaire à l'université de Saint-Pétersbourg, et est nommé en 1744 membre de l'Académie des sciences locale. Au début des années 1740, il décide de revenir en Saxe : pressenti à l'université de Wittenberg, il obtient finalement en 1745 la chaire de mathématiques de l'université de Leipzig. Ses publications, pour la plupart en latin et dans les *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, concernent principalement l'observation astronomique.

HERING Robert Gustav (1806- ?)

Né à Bautzen, il fréquente le *Gymnasium* de la ville (avec probablement K.F. Barth comme *Mathematicus*) avant de s'inscrire à l'université de Leipzig où il étudie les mathématiques de 1827 à 1834. Il obtient alors le titre de docteur et devient enseignant en mathématiques et physique à l'École professionnelle (*Realschule*) de Leipzig. La dernière mention que l'on trouve de lui dans un programme remonte à 1868.

Il écrit un livret mathématique dans le programme de l'École professionnelle en 1838 (*Über die Methode des Interpolierens*). En 1849, il publie une collection d'exercices pour les écoles classiques et professionnelles, *Sammlung von Aufgaben aus den Gleichungen und aus den zusammengesetzen Interessen- und Rentenberechnung, für Gymnasien und Realschulen* (Leipzig, Barth, 1849). Une autre collection, consacrée à des exercices d'arithmétique supérieure, connaîtra au moins deux éditions.

HERMSDORF Johann (1782-1827)

Né à Nuremberg, alors une ville libre, Hermsdorf s'engage en 1801 dans le Corps d'artillerie de Saxe à Freiberg. À partir de 1807, il devient professeur particulier, à Dresde et à Leipzig, jusqu'en 1819. Il est alors nommé enseignant de mathématiques à la *Kreuzschule* de Dresde, poste qu'il occupe jusqu'à sa mort. Il a publié plusieurs livres de mathématiques élémentaires (arithmétique, géométrie et calcul littéral), fortement orientés vers une utilisation pratique dans la vie civile. Ces ouvrages sont destinés non seulement aux écoles, mais aussi à l'apprentissage autonome des élèves, comme l'indique par exemple sa *Sammlung von Übungs-Aufgaben über die gemeinen Rechnungsarten der Zahlenverbindung, zum bequemen Gebrauche in Schulen und beim Privatunterrichte, so wie für das Selbstsudium* (Meißen, Goedsche, 1827).

HESS Friedrich (?- ?)

Maître de chant à Freiberg, il assure également des enseignements de mathématiques au *Gymnasium* dans les années 1820 et 1830. Il côtoie J. Weisbach puis G.J. Hofmann et son nom est mentionné dans plusieurs programmes scolaires, sans qu'il soit possible de trouver des informations biographiques sur lui. Il enseigne à Freiberg jusqu'en 1836, avant d'être remplacé par Hofmann. Il est possible qu'il ait été dans les années 1810 assistant de dessin et de mathématiques à l'Académie forestière de Tharandt, où l'on trouve un certain Friedrich Hesse.

HEYDLER Carl Ferdinand (1792- ?)

Né près de Meißen, il est inscrit à l'université de Leipzig en 1814, sans que l'on connaisse le détail des matières qu'il y étudie. En 1819, il devient arpenteur à l'Institut d'arpentage de Dresde (*Kameralvermessungskammer*). Il est nommé en 1830 assistant de mathématiques à l'Académie forestière de Tharandt, où il reste jusqu'en 1839. Il devient ensuite ingénieur à Tharandt. Il ne semble pas avoir publié d'ouvrages mathématiques.

HEYM Karl Friedrich (1818-1889)

Né à Leipzig, Heym obtient en 1838, sur recommandation de Drobisch, une bourse pour étudier à l'université, où il est assistant de Möbius de 1841 à 1847. En 1847, il est nommé deuxième enseignant de mathématiques à la *Thomasschule* de Leipzig, poste qu'il occupe jusqu'en 1881.

En parallèle, il devient un scientifique de premier plan dans le domaine de la théorie des assurances. Il publie à la demande du gouvernement un premier ouvrage en 1850, avant de mettre au point des tables de mortalité pour la Saxe en 1853-1855. C'est également au début des années 1850 qu'il obtient la place de mathématicien pour la société d'assurances Teutonia fondée à Leipzig par O. Marbach. En 1855, il cofonde la *Leipziger Krankenkasse*, qu'il dirige jusqu'à sa mort. L'un de ses ouvrages sera discuté au *Reichstag* et servira de base au projet d'assurance accident, deuxième pilier de la sécurité sociale allemande, mis en place en 1884 : *Anzahl und Dauer der Krankheiten in gemischter Bevölkerung* (Leipzig, Strauch, 1878). Il y montre en particulier la possibilité de modéliser mathématiquement la fréquence de chaque maladie, ce qui rend possible d'instaurer un système économiquement pérenne (*Nachhaltig*).

HINDENBURG Carl Friedrich (1741-1808)

Né dans une famille de marchands à Dresde, il fréquente le *Gymnasium* de Freiberg avant de s'inscrire en 1757 à l'université de Leipzig, où il étudie la médecine, la philosophie, la littérature, l'esthétique, les mathématiques et la physique. De 1763 à 1771, il est précepteur dans une grande famille saxonne tout en continuant ses études, avant de devenir *Privatdozent.* Nommé en 1781 professeur extraordinaire en philosophie, il obtient la chaire ordinaire de physique en 1786, bien qu'il enseigne essentiellement les mathématiques. Très respecté, il sera plusieurs fois doyen de la faculté de philosophie. À la fin du XVIIIe siècle, son influence politique dépasse l'université pour s'exercer sur l'ensemble des mathématiques saxonnes ; il est notamment consulté pour les recrutements d'enseignants et conseille le gouvernement. Son influence scientifique, son enthousiasme et ses multiples activités font de Leipzig un des grands centres d'enseignement et de recherche mathématique en Allemagne. Il forme de nombreux étudiants, dont plusieurs seront professeurs à Leipzig où ailleurs dans l'espace germanophone.

Hindenburg a publié dans la plupart des domaines des mathématiques pures et appliquées. Professeur de physique, il s'intéresse à la pneumatique, la mécanique et au phlogistique. Sa principale contribution est cependant la création d'une école d'analyse combinatoire. Sa première publication sur le sujet paraît en 1781, et il commence à donner des cours publics sur ce sujet à la fin des années 1780. Il parvient rapidement à en faire l'un des thèmes centraux des mathématiques allemandes, ainsi qu'un programme de recherche autonome avec des objectifs et un symbolisme particuliers.

Organisateur hors pair, il fonde son premier journal scientifique en 1781 avec Leske et Funk. En 1786, il lance avec Bernoulli le *Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik*, journal qui contient de nombreux articles mathématiques et qui obtient une audience nationale, dans lequel publieront notamment Kästner, Lambert, Pfaff et Burckhardt. Il continue son activité d'éditeur jusqu'en 1800, en se spécialisant progressivement en analyse combinatoire.

HOFMANN Georg Julius (1812-1849)

Né à Dresde, il est inscrit en 1831 à l'Académie des mines de Freiberg. Il est ensuite nommé enseignant en mathématiques au *Gymnasium* de Freiberg en 1836. En 1841, il publie dans le programme de l'école un livret scientifique consacré à l'application de la combinatoire au calcul des probabilités : *Die Anwendung der Combinationslehre auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung, eine mathematische Abhandlung.* Il a également publié un manuel de calcul élémentaire.

Le niveau de ses cours de mathématiques est élevé, et Hofmann est très impliqué dans la réforme de l'enseignement secondaire des mathématiques. En 1842, il envoie spontanément au ministère de l'éducation un rapport dans lequel il critique à la fois le niveau et les conditions d'enseignement. La même année, il écrit une lettre ouverte pour demander la création d'un *Gymnasium* professionnel (*Realgymnasium*). Ces deux écrits, tout comme un autre rapport de 1845, sont sur le moment poliment ignorés par le gouvernement. Ils se trouvent néanmoins partiellement intégrés dans les projets adoptés dans les années suivantes.

HOHLFELD Johann Christoph (1782-1854)

Né près de Bautzen en Saxe, il étudie la théologie à l'université de Wittenberg et obtient en 1807 le titre de docteur. Il devient alors précepteur à Leipzig tout en donnant des cours privés de mathématiques pratiques (géodésie, arpentage). Il est nommé enseignant en mathématiques et sciences naturelles à la *Thomasschule* en 1814, sans avoir lui-même candidaté car le salaire est alors très faible. Il occupe ce poste jusqu'à sa mort, en faisant à partir de 1832 partie du *Collegium* ; il dispense un enseignement exclusivement consacré aux mathématiques pratiques et refuse par exemple d'intégrer l'algèbre. Il ne semble pas avoir publié.

HÜLßE Julius Ambrosius (1812-1876)

Né à Leipzig, il est élève de la *Thomasschule*, puis entre en 1830 à l'Académie des mines de Freiberg avant de s'inscrire à l'université de Leipzig où il obtient en 1834 le titre de docteur. Il devient alors enseignant de mathématiques à l'Institut public de commerce, puis à partir de 1837 également à la *Nikolaischule*. En 1840, il est nommé enseignant de mathématiques et directeur de l'École professionnelle supérieure de Chemnitz. Il est envoyé par le gouvernement pour assister aux expositions industrielles de Paris (1844), Berlin (1845) et Londres (1851). Il devient en 1850 directeur de l'École polytechnique de Dresde, où il enseigne également la technologie mécanique et l'économie nationale, jusqu'à sa retraite en 1873. Il est conseiller de l'État saxon sur de nombreuses questions techniques, et notamment l'introduction du système métrique.

Mathématicien pratique, il commence par publier des collections de tables ainsi que des livrets scientifiques dans les programmes des établissements dans lesquels il enseigne. Il aborde notamment la théorie des intérêts (1836), la question des tables de mortalité (1839), la méthode des moindres carrés (1841) et divers problèmes de calculs en lien avec les machines à vapeur (1844, 1847). Il est également l'auteur d'une histoire de l'École polytechnique de Dresde parue en 1853 à l'occasion des 25 ans de l'établissement.

ILLING Carl Christian (1747-1814)

Né d'un père pasteur près de Meißen, il suit l'enseignement d'un précepteur mais ne fait pas d'études supérieures. En 1762, il devient assistant d'un marchand de Dresde jusqu'en 1769. Il travaille ensuite à Altona et Penig avant de revenir en 1786 à Dresde, où il s'établit comme enseignant particulier en arithmétique et comme entrepreneur négociant. Il est connu pour ses nombreuses publications en mathématiques et dans les sciences commerciales, qui semblent avoir eu un succès certain. Il tente en 1792 de lancer un mensuel consacré à l'arithmétique, à l'éducation ou encore aux questions économiques, l'*Arithmetisches Vade Mecum* (Leipzig, Hilscher, 1793). Cette publication s'arrête cependant après douze numéros.

JAHN Gustav Adolf (1804-1857)

Né à Leipzig, il est élève à la *Thomasschule*. Il commence à étudier en 1825 à l'université de Vienne avant de continuer ses études à Leipzig, où ses professeurs sont Brandes, Drobisch et Möbius. Il obtient une bourse de l'université pour visiter en 1831 les observatoires de Iéna, Göttingen, Hamburg et Berlin ; il gagne par la suite sa vie en donnant des cours particuliers de mathématiques et en publiant des manuels scientifiques.

Membre de la Société polytechnique de Leipzig, il publie des manuels de mathématiques et d'astrognosie, des tables de logarithmes, un livre d'histoire de l'astronomie et s'attache à populariser cette discipline. Son œuvre la plus remarquée est sans doute le dictionnaire de mathématiques appliquées (*Wörterbuch der angewandten Mathematik*) qu'il publie en plusieurs livraisons en 1845, réédité en 1847 puis en 1855.

JAHN Wilhelm (1809- ?)

Né en 1809 près de Gera, dans le Voigtland, il est dans un premier temps élève au *Gymnasium* de Zittau. Il est ensuite inscrit à l'université de Leipzig où il obtient le titre de docteur en philosophie, sans que l'on puisse savoir s'il y a étudié les mathématiques. En 1844, il est nommé enseignant de mathématiques et septième *collega* au *Gymnasium* de Zittau, où il reste jusqu'en 1862. On connaît de lui deux mémoires concernant la théorie des assurances, parus en 1852 et 1861 dans le programme de l'établissement.

JUNGE Karl August (1821-1869)

Né dans un petit village près de Mitweida (Saxe), fils de meunier, il fréquente l'école locale puis le séminaire de Freiberg, qui le prépare à devenir enseignant dans le primaire. Il est nommé en 1840 à Elterlein, à une vingtaine de kilomètres au sud de Chemnitz. En 1846, il déménage à Chemnitz où il occupe un poste d'enseignant à l'école primaire de la ville, avant d'être nommé enseignant en mathématiques et géométrie pratique à l'École professionnelle supérieure en 1850. Ses études, menées de bout en bout en autodidacte, aboutissent en 1855 lorsqu'il obtient le grade de docteur de l'université de Leipzig. La même année, il est nommé professeur de mathématiques supérieures à l'Académie des mines de Freiberg, où il remplace

C.A. Naumann décédé en 1852. Il enseigne les mathématiques élémentaires et supérieures, et dès l'année suivante la géométrie descriptive. À partir de 1859, il enseigne la géométrie souterraine pratique, marquant ainsi la réunion de cet enseignement avec sa partie théorique, sous la direction des mathématiciens. Il introduira également l'enseignement systématique des probabilités à l'Académie.

Il a publié des articles en mathématiques pratiques et sciences des mines, principalement sur l'instrumentation (goniomètre, boussoles, table de mesures). Ces recherches ont comme but d'améliorer la pratique de la géométrie souterraine, pour l'adapter aux exigences de son époque et à la *Nouvelle géométrie souterraine* de Weisbach. On lui doit également des études sur les chemins de fer et l'approvisionnement en eau, ainsi qu'un article sur la machine à calculer inventée par Charles Xavier Thomas de Colmar (1785-1870), paru dans le journal de Schlömilch (*Zeitschrift für Mathematik und Physik*, vol. 9, Leipzig, Teubner, 1864).

KAHL Emil Gustav (1827- ?)

Né à Dresde, il est inscrit de 1843 à 1847 à l'Institut de formation technique, avant d'étudier les sciences à l'université de Leipzig. En 1850, il devient enseignant pour le Corps des cadets de Dresde, obtenant l'année suivante le grade de lieutenant. Il occupera ces fonctions jusqu'en 1872. Il publie dans le *Zeitschrift für Mathematik und Physik* d'O. Schlömilch plusieurs articles de mathématiques appliquées en lien avec la ballistique et l'électricité, et devient en 1860 éditeur de ce journal.

KLIMM Johann Albrecht (1698-1778)

Né à Kranichfeld, en Saxe-Meinigen, il suit son père qui est nommé assistant à l'Observatoire de Nuremberg. En 1719, il s'inscrit en théologie à l'université de Halle, avant d'être nommé en 1725 enseignant de mathématiques à l'École d'État de Grimma. Il y enseigne pendant plus d'un demi-siècle et devient une figure importante des mathématiques saxonnes. Klimm a surtout publié des traductions d'ouvrages astronomiques français ; les tables astronomiques de la Hire ont connu plusieurs éditions, et il donne en 1741 la première version allemande de *De la grandeur et de la figure de la terre* de Jacques Cassini.

KNIPFEL Johann Gottlieb (1776-1807)

On connaît peu de choses sur J.G. Knipfel. Il a étudié dans une « académie », ce qui à l'époque peut signifier aussi bien une université qu'un établissement technique. Il est enseignant particulier en mathématiques à Dresde, puis enseignant dans une école de cette ville (*Bürgerschule*). *Das Gelehrte Teutschland* mentionne qu'il aurait publié un manuel de calcul en 1806, mais aucun ouvrage de lui ne semble avoir été conservé.

KOCH Georg Friedrich Theodor (1804- ?)

Né à Ehrensfriedersdorf, près d'Annaberg, il est élève à l'École d'État de Grimma puis s'inscrit en 1823 à l'université de Leipzig, où il étudie la philosophie. À partir de 1835, il est *Mathematicus* à Bautzen ; la dernière mention qui est faite de lui remonte à 1851. Dans le programme de l'école de l'année 1842, il écrit un livret de géométrie élémentaire intitulé *Bemerkungen über die Elementarplanimetrie*, puis en 1851 un article sur les coniques, *Über die Kegelschnitte*.

KOHL Friedrich Gottlob (1801-1876)

Né à Mügeln, entre Grimma et Meißen, il est diplômé en 1835 de l'Institut de formation technique de Dresde, et devient la même année enseignant au *Gymnasium* Vizthum (associé à l'Institut Blochmann). À partir de l'année suivante, il enseigne les disciplines mécaniques et physiques à l'École professionnelle de Plauen. En 1841, il réalise avec le soutien du ministère un voyage scientifique pour observer les instituts techniques et industriels de Vienne. Il publie en 1837, dans le programme de l'École de Plauen, un article de mathématiques pratiques sur les utilisations de la théorie des projections : *Quelques remarques sur la théorie des projections, en lien avec l'utilité qu'elle exerce dans les arts et le commerce.*

KRAUSE Julius (?- ?)

Avant 1839, Krause est arpenteur à Glashütten en Bavière. Cette année-la, il est nommé temporairement à l'École professionnelle de Zittau en remplacement du directeur adjoint. Il assure les cours de géométrie descriptive et de calcul numérique et littéral. Il devient second enseignant de mathématiques en 1840, reprenant une partie de l'enseignement de Preßler. Il a publié dans le programme de 1846 un livret scientifique de géométrie pratique sur l'arpentage : *Application de quelques théorèmes des rapports et de la mesure des figures géométriques à des problèmes géométrico-pratiques de partage de surfaces agricoles.*

KRUMBMÜLLER Alexander (1790- ?)

Né près de Reval en Estonie, il commence sa scolarité au *Gymnasium* de Zittau avant de devenir enseignant à l'école primaire de la ville (1811-1813). Il a alors l'opportunité de continuer ses études à l'université de Leipzig à partir de 1817. Il est ensuite nommé enseignant au *Gymnasium* de Zittau, ainsi qu'à l'école du dimanche, et enfin à l'École de construction lors de son ouverture. Il ne semble pas avoir publié.

KUSCHEL Karl (1814-1899)

Né en Saxe, il entre en 1834 à l'Institut de formation technique de Dresde, dont il est diplômé en 1837. Il devient alors assistant en mathématiques à l'Institut, enseignant à l'école du dimanche et à l'École de construction de Dresde. Il enseigne ponctuellement dans d'autres établissements de la ville comme l'Institut Blochmann, avant d'être nommé en 1840 deuxième enseignant à l'Institut de formation technique. Il y reste jusqu'en 1880 et obtient le titre de professeur en 1862. À partir de 1873, il est également en charge des mathématiques à l'Académie des arts visuels de Dresde.

Son activité de bibliothécaire (1847-1880) lui permet d'enrichir considérablement le fonds de mathématiques à l'École polytechnique de Dresde mais lui laisse peu de temps libre. Sa seule publication connue est une réédition du *Lehrbuch der reinen Mathematik* de F.C. Fries (Jena, Frommann, 1862-1864, 2 volumes).

LEHMANN Johann Georg (1765-1812)

Lehmann est né à Johannismühle, à l'est de Bautzen. Il ne va pas à l'école mais aide son père qui administre des moulins, avant de s'engager dans l'armée en 1784. Il devient secrétaire de compagnie, puis a l'opportunité de s'inscrire à l'École militaire (*Ritterakademie*) de Dresde en 1790, où son professeur de mathématiques est F.H. Backenberg. Il devient alors ingénieur cartographe, avant d'être nommé professeur de mathématiques, dessin et cartographie à la *Ritterakademie* en 1800. En 1808, il participe aux engagements militaires dans l'armée saxonne.

En 1799, il publie une nouvelle méthode de représentation des surfaces inclinées sur les plans, *Darstellung einer neuen Theorie zur Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriß, oder der Situationszeichnung der Berge* (Leipzig, Fleischer, 1799), qui connaît plusieurs éditions ; il écrit par la suite plusieurs livres sur le même sujet. L'idée générale est de représenter le relief par un système de hachures orientées selon la ligne de plus grande pente, dont l'épaisseur est proportionnelle à la pente. Il ajoute plusieurs conventions de direction et systématise l'utilisation des lignes de niveau. Son système sera adopté dans toute l'Europe après les guerres napoléoniennes.

LEHMANN Otto Adolf Ernst (1818-1874)

Né près de Riesa, entre Dresde et Leipzig, où son père est pasteur, il est élève à l'École d'État de Grimma de 1833 à 1839. Il s'inscrit l'année suivante à l'université de Leipzig pour étudier les mathématiques et obtient en 1843 le titre de docteur en philosophie. Après avoir réussi l'examen de la commission de sélection en 1843, il remplace en 1844 K.G. Martin, enseignant de mathématiques à la *Nikolaischule* de Leipzig. En 1847, il devient premier *Mathematicus* de cette même école, et le reste jusqu'en 1874. Il fera partie entre 1853 et 1861 de la commission académique d'examen des futurs chirurgiens.

Si l'on excepte un manuel de mécanique élémentaire, toutes ses publications tournent autour de l'élaboration d'un nouveau système de numération. À partir de 1864 cette idée prend chez lui un caractère obsessionnel et il publie en 1869 et 1870 deux ouvrages intitulés *Révolution des nombres* (*Revolution der Zahlen*, Leipzig, Hunger, 1869) dans lesquels il propose de rejeter le système décimal pour adopter un système en base 6.

LEMPE Johann Friedrich (1757-1801)

Né à Weida (duché de Saxe-Gotha-Altenbourg), dans une famille modeste. Son père est employé dans l'administration des mines, si bien que Lempe devient mineur à Kamsdorf en Saxe. Bien qu'il n'ait jamais fréquenté d'école, cet autodidacte obtient en 1773 une bourse pour étudier à l'Académie des mines de Freiberg. Après une brève période d'enseignement à l'École des mines entre 1777 et 1779, il s'inscrit à l'université de Leipzig où il rencontre notamment Hindenburg. Assistant à l'Académie des mines, il remplace en 1783 Charpentier comme professeur de mathématiques. Il occupe ensuite ce poste jusqu'à sa mort en 1801.

En tant que professeur de mathématiques, Lempe a beaucoup œuvré pour l'utilisation des mathématiques dans les sciences minières et le développement des mathématiques pratiques. Il introduit l'enseignement des mathématiques supérieures au plus tard à la fin des années 1780. Lempe joue un rôle fondamental dans les réformes des programmes de mathématiques à Freiberg, où les mathématiques académiques sont adaptées à l'étude des sciences minières (cristallographie, chimie, géognosie).

Ses publications concernent principalement la géométrie souterraine, sujet sur lequel il publie dès 1781 un article dans le premier journal de Hindenburg. Son manuel publié en 1782, *Gründliche Anleitung zur Markscheidekunst*, reste la référence en géométrie souterraine pendant plusieurs décennies. Auteur de plusieurs manuels de mathématiques élémentaires, il joue un rôle important en tant qu'éditeur du *Magazine pour l'exploitation des mines* (*Magazin* *für die Bergbaukunde*), dont 13 numéros paraissent de 1785 à 1799. Il y publie et fait publier ses étudiants sur divers aspects des mathématiques pratiques. On lui doit également une traduction en allemand de l'*Hydraulique* de P. du Buat.

LEONHARDI Gottfried Wilhelm (1779- ?)

Né en Saxe, d'un père professeur de médecine à l'université, il étudie à l'université de Leipzig avant de s'engager dans l'armée saxonne. Il devient ensuite professeur à l'Académie militaire et à l'École d'artillerie de Dresde. Il occupe ce dernier poste jusqu'en 1844, date à laquelle il est pensionné. Entre 1810 et 1811, il publie un cours de mathématiques en sept volumes, très populaire dans les écoles militaires et techniques. Ce manuel s'étend des éléments de la discipline jusqu'au calcul différentiel et intégral, insistant sur leur utilisation en mathématiques pratiques. Chacune des parties connaît plusieurs éditions. On lui doit également un ouvrage de mathématiques pratiques sur la construction de moulins et de roues à aubes.

LÖHMANN Friedrich (1787-1835)

Löhmann est né au nord de Grimma, d'un père artilleur ; on ne possède pas d'information sur les études qu'il a pu suivre. En 1813, il devient assistant en mathématiques à l'Académie militaire de Dresde, poste qu'il occupe jusqu'en 1829 ; il est ensuite pensionné de cette institution pour invalidité. Il devient alors enseignant de mathématiques à la *Kreuzschule* de Dresde jusqu'à sa mort. Il publie des manuels de conversion de poids et mesures, ainsi qu'un manuel d'arithmétique juridique qui s'inscrit dans la tradition caméraliste allemande et semble avoir eu un grand succès à en juger par le nombre des souscripteurs : *Handbuch für juridische und staatswirthschaftliche Rechnungen zum Gebrauche für alle Classen von Staats-Beamten, Juristen, Cameralisten, Theilnehmer an Assecuranz- und Bankgeschäften* (Leipzig, Barth, 1829).

LOHRMANN Wilhelm Gotthelf (1796-1840)

Né à Dresde, où son père est militaire, il fréquente une école de garnison puis l'École de construction de 1810 à 1814. Il entre à l'Institut d'arpentage en 1815 et y réalise toute sa carrière. Il est en outre nommé inspecteur du Salon mathématico-physique de Dresde en 1827, ainsi que directeur de l'Institut de formation technique dans cette même ville en 1828.

Très polyvalent, il commence sa carrière en publiant des cartes topographiques ainsi qu'une carte des fleuves naviguables de la Saxe. Il s'intéresse à l'astronomie, ce qui le pousse à visiter Gauß à Göttingen en 1826, à entretenir une correspondance avec F.W. Bessel, mais également à publier une carte de la Lune. Mathématicien pratique, c'est lui qui effectue en 1834 les relevés de hauteurs lors de la première étude de faisabilité pour la construction d'une ligne de chemin de fer entre Leipzig et Dresde. Il établit également avec von Schlieben une carte complète de la Saxe, qui sert notamment à l'administration du cadastre, fondée en 1831, pour réformer le système fiscal.

LÜDICKE August Friedrich (1748-1822)

Né à Oschatz, à mi-chemin entre Leipzig et Dresde, Lüdicke étudie à l'université de Leipzig, puis à Wittenberg avec Ebert, obtenant une maîtrise de philosophie. Il devient en

1776 secrétaire de la Société économique de Leipzig puis, en 1780, enseignant de mathématiques à l'École d'État de Meißen jusqu'en 1818 où il devient émérite. Il a écrit dans de nombreux domaines des mathématiques et des sciences physiques. Il publie en 1786 la traduction d'un ouvrage de l'ingénieur français Jean-Antoine Fabre consacré aux machines hydrauliques, dont Ebert rédige la préface. Il publie dans les journaux de Hindenburg et dans les *Annalen* de Gilbert. Il termine sa carrière en mettant au point en 1819 une nouvelle théorie des parallèles.

LUDWIG Hermann Friedrich Theodor (1816-1867)

Né près de Chemnitz, il étudie à l'Académie des mines de Freiberg puis, à partir de 1832, les mathématiques à l'université de Leipzig. En 1836, il entre à l'Institut d'arpentage de Dresde, avant d'être nommé en 1840 enseignant de mathématiques à l'École professionnelle supérieure de Chemnitz, où il reste jusqu'à sa mort. On connaît de lui deux publications sous forme de mémoires scientifiques dans les programmes de l'École de Chemnitz. La première concerne les propriétés des cycloïdes peuvant être utilisées en mécanique (1845) et la seconde une étude des suites arithmétiques en lien avec les nombres figurés (1853).

MARBACH Oswald (1810-1890)

Fils de pasteur, né en Prusse orientale, il fréquente entre 1821 et 1828 l'Académie militaire puis le *Gymnasium* de Liegnitz. Il étudie ensuite les sciences camérales et les mathématiques dans les universités de Breslau (1828-1829) et Halle (1829-1831), où il obtient le titre de docteur en 1831. Après une brève période durant laquelle il enseigne les mathématiques dans une école secondaire à Liegnitz, il est habilité en 1833 à enseigner à l'université de Leipzig.

De 1833 à 1845, il est *Privatdozent* et propose des cours de philosophie, technologie et mathématiques. De 1843 à 1845, il est également enseignant à la *Nikolaischule* où il obtient le titre de professeur. Devenu franc-maçon en 1844, il enseigne à partir de l'année suivante la technologie à l'université de Leipzig, et est responsable de la collection d'instruments physico-technologiques. Sa proposition de créer un séminaire de formation des enseignants de mathématiques échoue, en partie à cause de l'hostilité des autres professeurs de l'université.

En parallèle, il est de 1843 à 1851 rédacteur du *Leipziger Zeitung*. En 1853, il fonde la société d'assurances Teutonia, l'une des premières sociétés modernes d'assurances, qui va avoir une influence considérable en Saxe et en Allemagne ; il cofonde également en 1864 la *Leipziger Hypothekenbank*. Ses publications concernent essentiellement la poésie, le théâtre et la philosophie.

MARKENDORF Johann Benjamin (1766- ?)

On sait peu de choses de ce mathématicien, connu pour avoir écrit, avec K.F. Schellig, un manuel important pour les mathématiques forestières allemandes, *Questions forestières, en guise de suite et de contribution à la division des bois en coupes annuelles* (Leipzig, Breitkopf, 1799). Il est décrit en 1797 comme instructeur en mathématiques et en construction à Meißen, mais probablement pas à l'École d'État, tandis que l'ouvrage de 1799 le présente comme travaillant dans une saline à Teuditz (sans doute Beuditz, ville située entre Halle et Leipzig).

MARTIN Karl Gottlob (1774-1846)

Né à Plauen dans une famille de marchands, il fréquente le *Gymnasium* de cette ville avant d'étudier de 1793 à 1795 la philosophie à l'université de Leipzig, tout en suivant les enseignements de Hindenburg. À partir de 1795, il travaille dans une école primaire de la ville (*Freischule*), puis à la *Bürgerschule* à partir de 1803. Lorsqu'en 1820 la *Nikolaischule* crée un poste de *Mathematicus*, il ajoute cette activité aux précédentes. Il devient en 1835 enseignant à part entière et fait partie du *Collegium*. Il ne semble pas avoir publié.

MICHAELIS Wilhelm Julius Hermann (1810-1870)

Né à Leipzig dans une famille aisée - son père est avocat -, il est élève à la *Nikolaischule* de 1823 à 1827. Il étudie ensuite les mathématiques, le droit et les sciences naturelles à l'université de Leipzig jusqu'en 1831, obtenant le titre de docteur en philosophie. Il devient en 1829 assistant à la *Nikolaischule*, puis *Mathematicus* en 1832. En 1835, il est nommé enseignant ordinaire au *Gymnasium* d'Annaberg, mais une maladie l'oblige à abandonner son poste deux ans plus tard. Il devient rédacteur de plusieurs journaux, dont le *Leipziger Allgemeine Zeitung*. Il succède en 1841 à Hülße à l'Institut public de commerce de Leipzig, puis devient enseignant de mathématiques au *Gymnasium* de Freiberg de 1845 à 1870. Ses publications mathématiques sont principalement des manuels, quelques articles, ainsi que plusieurs livrets publiés dans les programmes des différentes écoles dans lesquelles il a enseigné : « Über einige merkwürdige Puncte im Dreiecke » (1833), « Von der Auflösung der Gleichungen des dritten Grades » (1852), « Sätze aus der höheren Geometrie » (1862).

MÖBIUS August Ferdinand (1790-1868)

Né à Pforta, qui fait alors partie du royaume de Saxe, il étudie à l'École d'État de 1803 à 1809. Après avoir envisagé d'étudier à l'Académie des mines, il s'inscrit finalement à l'université de Leipzig (1809-1813) et suit des enseignements de droit, astronomie, physique et mathématiques. En 1814, il va à Göttingen assister aux cours de Gauß, puis revient en Saxe où il est diplômé et habilité à Leipzig. Il devient en 1816 professeur extraordinaire, responsable de l'Observatoire universitaire, après avoir effectué un tour d'Allemagne des observatoires pour se perfectionner. Après avoir refusé de nombreuses propositions d'universités allemandes, il est finalement nommé professeur ordinaire à celle de Leipzig en 1844 et occupe ce poste jusqu'à sa mort.

Parmi ses publications, qui touchent à de multiples domaines des mathématiques, signalons son *Calcul barycentrique* (1827), son manuel de statique en deux volumes (1837) et son manuel de mécanique céleste (1843). Möbius est impliqué dans la communauté mathématique saxonne et membre de plusieurs sociétés scientifiques, notamment à Berlin, Göttingen et Munich. Après avoir écrit plusieurs articles dans le journal de Crelle, il utilise essentiellement les actes de la nouvelle Société des sciences de Saxe, dont il est l'un des membres fondateurs, comme canal de publication. Il a également travaillé dans le domaine des mathématiques pratiques, plus précisément dans celui des assurances, en fournissant des tables de mortalité et de contributions annuelles à la *Lebensversicherungs-Gesellschaft zu Leipzig*, fondée en 1831.

MOLLWEIDE Karl Brandan (1774-1825)

Né à Wolfenbüttel, dans l'État de Braunschweig, il étudie de 1794 à 1797 à l'université d'Helmstedt, où le professeur de mathématiques est J.F. Pfaff. Il devient alors enseignant à l'école primaire de la ville, puis au *Pädagogium* de Halle de 1800 à 1811. Il est alors nommé professeur extraordinaire et responsable de l'Observatoire à l'université de Leipzig. En 1812, il devient professeur ordinaire d'astronomie et hérite également, en 1814, du professorat de mathématiques à la mort de von Prasse ; il reste en fonction jusqu'à sa mort.

Il a publié en mathématiques et en physique, ainsi que de nombreux articles astronomiques dans les journaux de Zach (*Monatliche Correspondenz*), les *Annalen* de Gilbert et les *Astronomische Nachrichten* de H.C. Schumacher. Il reprend la publication du dictionnaire de mathématiques pures de Klügel, dont il fait paraître un quatrième tome, ainsi que de la version allemande des *Éléments* d'Euclide. Une de ses contributions importantes en cartographie est la projection à laquelle il a donné son nom, qui est encore utilisée de nos jours.

MÜLLER Johann Friedrich Ferdinand (1790-1862)

Né à Querfurt, qui fait alors partie du royaume de Saxe, il étudie à Merseburg avant de s'inscrire en 1808 à l'université de Leipzig. De 1815 à 1820, il est enseignant puis recteur du *Lyceum* de Schneeberg. Il est alors nommé recteur du *Gymnasium* de Bautzen, responsable de la classe de *Prima*. Il enseigne également les mathématiques aux quatre classes supérieures de l'établissement, et ne sera nommé émérite qu'en 1861.

MUTH Christian Friedrich (?- ?)

Né à Winkelmühle, au sud de Tharandt, Muth étudie à l'Académie forestière de 1816 à 1819. Il devient alors enseignant assistant de mathématiques de 1820 à 1829 dans cette Académie, mais le reste de sa vie ne nous est pas connu. Il ne semble pas avoir publié.

NAUMANN Carl Friedrich (1797-1873)

Né à Dresde, il fréquente l'École d'État de Pforta avant de s'inscrire à l'Académie des mines de Freiberg en 1816. L'année suivante, il étudie à l'université de Leipzig, puis à Iéna où il obtient le grade de docteur en 1819. Il reste dans cette université en tant que *Privatdozent* jusqu'en 1825 (à l'exception d'un voyage en Norvège en 1822), lorsqu'il est nommé professeur extraordinaire de minéralogie à Leipzig. Il devient ensuite professeur de cristallographie et géognosie à l'Académie des mines en 1826, où il reste jusqu'en 1842. Il revient à ce moment à Leipzig en échange d'une promotion, et est nommé professeur ordinaire de minéralogie en 1845.

Il est principalement cristallographe, mais développe une approche mathématique novatrice dans laquelle il fait fréquemment appel à la géométrie analytique. Il assure également des cours de géométrie analytique à l'université de Leipzig pour préparer ses élèves cristallographes. On lui doit au moins un article de géométrie souterraine, publié en 1832, dans lequel il améliore une méthode de J.F. Lempe pour déterminer la direction des filons. Il fait également paraître plusieurs mémoires sur la forme des conchyliens, qu'il modélise par des spirales cyclocentriques, dans les actes de la Société royale des sciences de Saxe.

NAUMANN Constantin August (1800-1852)

Frère du précédent, né à Dresde en 1800. Il étudie dans un premier temps à l'université de Leipzig (1817-1819), suivant les enseignements de Gilbert et de Mollweide. Il fréquente ensuite l'Académie des mines de Freiberg puis les universités de Berlin et Göttingen, où il suit des cours de mathématiques supérieures avec B.F. Thibaut. En 1826, il se porte candidat à la succession de von Busse et devient second professeur de mathématiques à la *Bergakademie* ; il occupe ce poste jusqu'à sa mort. Il n'a publié que quelques recensions et aucun ouvrage mathématique.

OBEREIT Ludwig Edmund Hermann (1821-1906)

Né à Dresde, il commence sa scolarité à la *Nikolaischule* de Leipzig, avant d'entrer à l'Institut de formation technique de Dresde en 1835. En 1840, il s'inscrit à l'université de Leipzig pour étudier les mathématiques, jusqu'en 1842. Le gouvernement le nomme alors répétiteur à l'Institut de formation technique pendant quelques années. En 1845, il assure les enseignements de Franke, alors poste de professeur de mathématiques dans ce même établissement, lorsque celui-ci part en voyage scientifique en Angleterre. Il remplace ensuite temporairement Krause comme enseignant à l'École professionnelle de Zittau ; en 1848, il y est enseignant de manière permanente. En 1855, il est nommé à l'École professionnelle supérieure de Chemnitz pour enseigner la géométrie ; de 1876 à 1877, il sera directeur de l'établissement. Il a publié au moins un article de mathématiques, sur les courbes du second ordre, dans le programme de l'École professionnelle de Zittau en 1854.

OBERREIT Ludwig (1734-1803)

Né à Lindau, au bord du lac de Constance, d'un père comptable, il a fréquenté une université, possiblement en Bavière. Oberreit reprend le poste de son père à Lindau, avant de devenir comptable à Dresde au service de l'État. Il est en contact avec plusieurs mathématiciens, dont les éditeurs du *Leipziger Magazin für reine und angewandte Mathematik*, Hindenburg et Bernoulli. Il publie dans les deux premiers journaux d'Hindenburg plusieurs articles qui traitent notamment de la mesure des tonneaux, d'astronomie pratique ou d'analyse.

OPPEL Friedrich Wilhelm von (1720-1769)

Né près de Pirna, appartenant à la noblesse saxonne, il commence par étudier le droit à l'université de Leipzig avant de se tourner vers les sciences de l'exploitation des mines. Il entre en 1743 dans l'administration des mines à Freiberg (*Oberbergamt*) avec le grade d'assesseur, et en obtient la direction en 1763 (*Berghauptmann*). Très impliqué dans les réformes du *Rétablissement*, il est à l'origine de la création de l'Académie des mines de Freiberg en 1765.

Von Oppel est également un mathématicien prolifique qui publie en 1746 un premier ouvrage théorique consacré à la trigonométrie plane et sphérique, *Analysis Triangulorum*. Sa publication la plus influente est sans aucun doute son manuel de géométrie souterraine, *Anleitung zur Markscheidekunst*, paru en 1749 et complété en 1752. Il meurt brusquement en 1769, laissant inachevé un manuel plus général sur les sciences minières, *Bericht von Bergbau*. L'ouvrage sera néanmoins publié à titre posthume par l'Académie des mines. Un texte de lui moins connu concerne les mathématiques forestières ; il s'agit d'un travail essentiellement calculatoire, paru en 1760 et intitulé *Die Abtheilung der Gehölze in jährliche Gehaue : eine Rechnungsaufgabe* (Dresde, Walther).

OTTO Christian Gottlob (1763-1826)

Né à Hohenstein, près de Chemnitz en Saxe, dans une famille de tisserands, il est élève au *Lyceum* de Chemnitz de 1779 à 1785. Il s'inscrit ensuite à l'université de Leipzig, où il étudie jusqu'en 1791 et devient un proche de Hindenburg. Celui-ci lui conseille de passer l'habilitation, mais il semble n'avoir obtenu qu'une maîtrise en 1791. Il devient enseignant particulier à Pforta jusqu'en 1793, puis pour diverses familles nobles de Dresde. Il devient alors recteur et *Mathematicus* au *Gymnasium* de Bautzen en 1799, avant d'échouer à obtenir une place de professeur de mathématiques à l'Académie des mines de Freiberg. Il enseigne à Bautzen jusqu'en 1820, puis à l'École d'État de Meißen jusqu'à sa mort.

Il a publié, dans le programme du *Gymnasium* de Bautzen, son discours inaugural sur le rôle pédagogique des mathématiques pures, *Gedanken über die reine Mathematik, als ein vorzügliches Mittel, in der Jugend den Verstand im Denken und Urtheilen zu üben* (Bautzen, Monse, 1799).

OUVRIER Carl Siegmund (1751-1819)

Il est né près de Breslau, en Silésie prussienne, et l'on ne connaît pas sa formation initiale. Il semble avoir travaillé au *Philantropin* de Dessau avant de s'inscrire en 1788 à l'université de Leipzig, obtenant l'année suivante une maîtrise de philosophie. Il devient alors *Privatdozent* en mathématiques et occupe ce poste jusqu'en 1815, sans arriver à obtenir une place de professeur. De 1791 à 1819, il enseigne également dans une école de filles, le *Frauenkollegium*. Ses publications concernent la philosophie et les mathématiques. Il traduit en 1787 un texte de Locke sur l'éducation (*Some thoughts concerning education*) puis une théorie des parallèles en 1808.

PETERS Adolf (1803-1876)

Né à Hambourg dans une famille de marchands, il commence sa scolarité au *Gymnasium* de Hameln (Basse-Saxe). Après avoir appris le calcul commercial et travaillé dans ce domaine de 1819 à 1822, il s'inscrit à l'université de Göttingen où il étudie les mathématiques et les sciences naturelles et côtoie B.F. Thibaut. Il arrive en Saxe en 1825 et fréquente l'université de Leipzig dont il obtient en 1827 le grade de docteur. Dès 1826, il entre à l'Institut Blochmann en tant qu'enseignant en mathématiques et peut alors se consacrer à ses deux passions : les sciences et la poésie. Sa polymathie lui vaut en 1843 d'être nommé précepteur des trois princesses de Saxe, poste qu'il occupe jusqu'en 1851. Il est alors nommé professeur de mathématiques et sciences naturelles à l'École d'État de Meißen, où il reste jusqu'à sa retraite en 1873.

On trouve chez Peters trois types bien distincts de publications. Ami de Snell, il est tout d'abord très actif dans les débats sur la place des mathématiques dans l'éducation secondaire. Il y défend un rôle central de la discipline et un enseignement approfondi qui inclut les mathématiques supérieures. Il publie également des ouvrages mathématiques, en géométrie analytique et en algèbre : sa *Neue Curvenlehre*, ouvrage de géométrie analytique écrit en 1835, est envoyé à l'Académie des sciences de Paris. Sa vision de la discipline est marquée par l'influence de la *Naturphilosophie*, et les mathématiques sont pour lui un organisme pensant (*Denk-Organismus*). Il publie enfin au cours de sa carrière plusieurs recueils de poésie lyrique.

PFLUGBEIL Christoph (1726-1776)

Pflugbeil est né près de Freiberg. On connaît peu de choses sur lui en dehors des deux ouvrages qu'il a publiés en 1773 et 1776. Il devient *Arithmeticus* à la *Nikolaischule* de Leipzig en 1771, et fait paraître peu après une introduction au calcul marchand, *Angangsgründe der kaufmännischen Rechenkunst : oder, gründliche Anweisung, kurz und mit Vortheil zu rechnen* (Leipzig, Böhmen, 1773). Trois ans plus tard, il semble avoir quitté cette école et donner des cours privés, lorsqu'il écrit un manuel sur les conversions et les changes, *Allgemeine Regeln zur Berechnung der Wechsel-Arbitragen* (Leipzig, Jacobaern, 1776).

PRASSE Moritz von (1769-1814)

Le père de von Prasse est un haut fonctionnaire de l'État saxon, et vit à Dresde. Moritz suit tout d'abord des cours privés avant de s'inscrire à l'université de Leipzig (1789-1795) où il étudie la philosophie, la physique, le droit et les mathématiques avec Hindenburg, obtenant sa maîtrise puis son habilitation en 1796. Il est alors *Privatdozent* pendant deux ans avant de devenir en 1798 professeur extraordinaire. L'année suivante, il devient professeur ordinaire de mathématiques et occupe ce poste jusqu'à sa mort.

L'essentiel des publications de von Prasse sont en latin et toutes concernent les mathématiques. Il a contribué au développement de l'analyse combinatoire, depuis ses articles dans les journaux de Hindenburg jusqu'à ses *Institutions analytiques* publiées en 1813. Il a été membre des Académies des sciences de Göttingen, Erfurt et Saint-Pétersbourg.

PREßLER Maximilian Robert (1815-1886)

Preßler est né à Dresde dans une famille modeste. Il fréquente l'Institut Blochmann avant de s'inscrire à l'Institut de formation technique, dont il est diplômé en 1836. Il est alors recruté comme premier enseignant de mathématiques à l'École professionnelle de Zittau. En 1840, il devient premier professeur de l'Académie forestière de Tharandt, poste qu'il occupe jusqu'à sa retraite en 1883.

Ses publications concernent essentiellement le domaine des mathématiques forestières ; signalons tout de même une publication dans le domaine technique décrivant un système de moulins, publiée dans le programme de l'École de Zittau en 1840. Il écrit plusieurs manuels s'adressant aux forestiers, dans lesquels il traite des instruments et techniques de mesures. On lui doit également des tables de croissance d'arbres et d'intérêts. Son ouvrage le plus important, publié en 1858, est consacré au calcul financier dans l'exploitation des forêts, *Die forstliche Finanzrechnung mit Anwendung auf Wald-Werthschätzung und -Wirthschaftsbetrieb* (Dresden, Türk, 1858). Il y présente le domaine forestier comme un capital rapportant des intérêts composés, alors que ses contemporains penchaient en faveur d'une modélisation sous forme d'intérêts simples.

RAABE Friedrich Wilhelm (1733-1802)

Né dans une petite ville au sud-est de Dresde, Raabe s'engage en 1755 dans l'artillerie saxonne et reste ensuite militaire pendant toute sa vie. Sans que soit indiquée la formation qu'il a pu suivre, il devient en 1767 enseignant à l'École d'artillerie de Dresde lors de son ouverture, avant d'obtenir en 1790 le titre de professeur de mathématiques. Il semble n'avoir publié que des manuels de mathématiques pratiques pour la formation des militaires.

REUM Johann Adam (1780-1839)

Reum est né dans le petit État de Saxe-Meiningen. Il fréquente le *Lyceum* de Meinigen de 1798 à 1802 puis l'université d'Iéna de 1802 à 1804. Il étudie officiellement la théologie, mais suit également avec assiduité les cours de philosophie et de sciences naturelles. Il semble donc être essentiellement autodidacte en mathématiques. Après avoir brièvement suivi Schelling à Würzburg, il devient en 1805 enseignant au *Forstinstitut*, l'École forestière créée par Cotta à Zillbach. Lorsque l'institution déménage à Tharandt, Reum continue son enseignement et obtient en 1816 le titre de professeur de mathématiques. Ayant en 1808 obtenu le titre de docteur en philosophie à Iéna, il enseigne les mathématiques et la botanique jusqu'à sa mort.

Ses publications concernent l'utilisation des mathématiques dans les sciences forestières. Il est en particulier l'auteur d'un manuel à succès, *Principes de mathématiques pour les futurs forestiers* (Dresde, Arnold, 1823-1824). Fortement influencé par la *Naturphilosophie*, il écrit également plusieurs articles dans le journal *Isis* d'Oken, ainsi que des manuels de botanique.

RICHTER Gottlob Heinrich (1718-1796)

Né à Wittenberg, il étudie à l'université, obtient en 1739 une maîtrise et en 1744 l'habilitation à enseigner à l'université (alors nommée *magister legens*). Il devient *Privatdozent* pendant quatre ans, avant d'être nommé en 1749 enseignant de philosophie et mathématiques à l'École d'État de Grimma, poste qu'il occupe jusqu'à la fin de sa vie. Le texte de son habilitation, qui propose un traitement de la logique inspiré de principes arithmétiques, sera publié en 1745 : *Meditationes philosophicae de reductione logicae ad arithmeticam* (Wittenberg, Bossögel, 1745). Outre des écrits philosophiques et théologiques, il a également écrit un ouvrage d'optique et quelques articles mathématiques.

ROTHE Heinrich August (1773-1842)

Né à Dresde, où son père travaille dans la haute administration financière, il fréquente tout d'abord la *Kreuzschule* (1785-1789) puis l'université de Leipzig (1789-1792) où il suit des enseignements de droit ainsi que les cours de Hindenburg. Il obtient en 1792 sa maîtrise puis est habilité l'année suivante. Il est alors *Privatdozent* jusqu'en 1796, date à laquelle il devient professeur extraordinaire de philosophie. N'ayant pu obtenir en 1799 le titre de professeur ordinaire de mathématiques à la mort de Borz, il demande et obtient d'étudier à l'Académie des mines de Freiberg en conservant son traitement. En 1804, il quitte la Saxe et devient professeur ordinaire à l'université d'Erlangen (Bavière), où il reste jusqu'à sa retraite en 1823. Il est membre correspondant de l'Académie des sciences de Göttingen.

Rothe a fait partie de l'école d'analyse combinatoire de Hindenburg, publie dans son journal une démonstration générale du théorème binomial, tandis que son habilitation porte sur la question du retour des suites. On lui doit également un manuel d'arithmétique en deux parties (1804 et 1811) qui cherche à fonder la discipline de manière systématique sur des principes combinatoires. Il a aussi travaillé en mathématiques pratiques, gagnant un prix de la Société Jablonovia pour le plan et les calculs relatifs à une machine minière, et en proposant un article dans le journal de Lempe.

ROUVROY Wilhelm Heinrich von (1799-1882)

Von Rouvroy est né à Torgau, au nord de Leipzig, d'un père haut gradé dans l'armée saxonne. Il devient lui-même militaire et sert jusqu'en 1861. De 1827 à 1851, il enseigne les mathématiques, d'abord à l'Académie militaire de Dresde, puis dans le Corps des cadets. Il publie plusieurs manuels de mathématiques, dont un cours complet en quatre volumes (1836-1837) et des exercices d'algèbre. Il a également poursuivi des recherches sur la trajectoire des projectiles propulsés par une arme à feu, publiées sous forme de livres, mais aussi d'articles parus entre 1856 et 1864 dans le *Zeitschrift für Mathematik und Physik* de Schlömilch.

RÜCKERT Leopold Immanuel (1797-1871)

Né dans le village de Großhennersdorf, au nord de Zittau, il est élève au *Gymnasium* de cette ville (1812-1814) et part ensuite étudier la théologie à l'université de Leipzig. De 1819 à 1825, il est diacre dans son village natal, avant d'être nommé recteur du *Gymnasium* de Zittau. Jusqu'en 1844, il assure les enseignements de mathématiques, physique, chimie et astronomie, obtenant en 1836 le titre de docteur *honoris causa* de l'université de Copenhague. Il est dans toutes ces disciplines complètement autodidacte, puisqu'il les apprend pour pouvoir les enseigner. Il est ensuite nommé professeur ordinaire de théologie à l'université d'Iéna et occupe ce poste jusqu'à sa mort. Ses nombreuses publications, des discours tenus en tant que recteur, concernent principalement la théologie et la philosophie.

RÜDIGER Christian Friedrich (1760-1809)

Issu d'une famille modeste de Leipzig, Rüdiger est élève de la *Nikolaischule* puis étudiant à l'université de 1779 à 1786, où ses professeurs sont Hindenburg, Borz et Gehler. Il obtient sa maîtrise en 1785, le titre de docteur en 1786 et enseigne en tant que *Privatdozent* à partir de 1790. En 1791, il devient professeur extraordinaire et responsable de l'Observatoire, poste qu'il occupe jusqu'en 1809. Ses cours d'astronomie sont modernes et incluent souvent des résultats récents parus dans des ouvrages français comme ceux de Biot et Laplace. Il a essentiellement publié des manuels qui ont eu un succès important, ainsi que des articles d'astronomie et d'astrognosie. La version publiée de son mémoire de 1786 sur les courbes du second ordre, *Specimen analyticum de lineis curvis secundi ordinis*, contient une préface d'Hindenburg.

RUDOLPH August Friedrich Wilhelm (1771-1826)

Né à Eckartsberge, près de Naumburg, d'un père pasteur, Rudolph est élève au *Gymnasium* de Weimar de 1784 à 1790. Il s'inscrit à l'université d'Iéna en 1791, puis à Wittenberg en 1794, où il étudie la théologie tout en suivant certains cours de Ebert. Il est bibliothécaire dans cette université jusqu'en 1798, date à laquelle il devient *Mathematicus* au *Gymnasium* de Zittau. Membre de la Société des sciences d'Oberlausitz, il s'intéresse également à la physique et à la *Naturphilosophie*. Il a écrit un manuel d'arithmétique en 1815 (*Lehrbuch der Arithmetik, als Stoff zur Übung im wissenschaftlichen Denken*) qui semble cependant n'avoir été distribué qu'à ses élèves.

RÜHLMANN Christian Moritz (1811-1896)

Né à Dresde, il s'inscrit en 1829 à l'Institut de formation technique de la ville. Diplômé en 1833, il devient assistant dans ce même Institut. Il est ensuite nommé par le ministère de l'intérieur enseignant de mathématiques appliquées (mathématiques, mécanique et géométrie descriptive) lors de l'ouverture de l'École professionnelle supérieure de Chemnitz en 1836. Il entreprend en 1837-1838 une série de voyages scientifiques en France, Belgique et Suisse, sur demande du gouvernement. Il obtient en 1840 le titre de docteur de l'université d'Iéna ; il est recruté la même année à l'École polytechnique de Hanovre.

Il a beaucoup publié dans le domaine des mathématiques appliquées et pratiques. Dans le programme de l'École supérieure de Chemnitz, il écrit en 1836 un mémoire sur les moulins, qu'il développe en 1840 dans un livre sur les roues à aubes horizontales et les turbines. Succès considérable, l'ouvrage est traduit en anglais. Il publie de nombreux manuels de mécanique, hydraulique et théorie des machines, ainsi qu'un recueil de tables de logarithmes. On lui doit enfin une importante histoire de la mécanique, *Vorträge über Geschichte der technischen Mechanik und theoretischen Maschinenlehre* (Leipzig, Baumgärtner, 1885).

SACHSE Karl Traugott (1815-1863)

Né à Obersteinbach, au nord de Chemnitz, il fréquente de 1830 à 1835 le séminaire de formation pour enseignants du primaire. Il étudie en parallèle les mathématiques dans les instituts et académies de la ville avant d'enseigner dans plusieurs établissements primaires. Il assure une partie des remplacements de mathématiques de Snell à la *Kreuzschule* de Dresde de 1840 à 1842. En 1848, il devient enseignant de sciences naturelles dans un Institut militaire avant d'obtenir le poste de second enseignant de mathématiques et sciences naturelles à la *Kreuzschule* l'année suivante, et d'y rester jusqu'à sa mort. Membre de la société Isis, il se consacre principalement aux sciences naturelles et n'a pas publié en mathématiques.

SCHEIDHAUER Johann Andreas (1718-1784)

Scheidhauer est autodidacte et travaille dans les mines où il occupe dans les années 1770 la position de capitaine (*Bergmeister*). Il semble avoir en parallèle étudié longuement les mathématiques afin de résoudre les problèmes de géométrie souterraine auxquels il était confronté dans l'exploitation minière. Il a enseigné cette discipline à Lempe, qui a publié une partie de ses résultats dans ses ouvrages de géométrie souterraine. Scheidhauer n'a laissé aucun texte publié ; il semble seulement avoir fait circuler un manuscrit à la Société économique de Leipzig. À partir de 1775 et jusqu'à sa mort, il enseigne la géométrie souterraine à l'Académie des mines de Freiberg.

SCHELLIG Karl Friedrich (1763-1809)

Il entre dans l'armée saxonne comme ingénieur au début des années 1780. Il a étudié à l'université de Leipzig avec Hindenburg, avant d'occuper un poste d'ingénieur nécessitant des compétences mathématiques. En 1797, il devient professeur de mathématiques à l'Académie militaire de Dresde. En 1803, il prend la direction de l'Institut chargé de l'arpentage des bois (*Forstvermessungsanstalt*).

Ses publications scientifiques sont très variées : il s'implique beaucoup dans les mathématiques pratiques, dans le domaine militaire, ainsi que dans les mathématiques forestières. Il rédige avec J.B. Markendorf un ouvrage intitulé *Questions forestières, en guise de suite et de contribution à la division des bois en coupes annuelles* (Leipzig, Breitkopf, 1799). On lui doit également des ouvrages élémentaires destinés à l'enseignement, ainsi que la traduction d'un essai de Carnot sur les polygones, tiré du *Cours de Mathématiques* de Bossut, intitulé *Neue Eingenschaften der Vielecke* (Dresden, Gerlach, 1802).

SCHENKER Theodor Eulogius (1806- ?)

Né à Eisenberg en Saxe, il ne semble pas avoir étudié dans une école secondaire. En 1820, il commence à apprendre le métier de tonnelier sous la direction de son père. Il voyage en tant que compagnon et parcourt la Bavière, la Hongrie, l'Autriche et le Tyrol à partir de 1825. À son retour, il se lance seul dans l'étude des mathématiques, de la physique et de l'optique. Encouragé par l'archidiacre de sa ville natale, qui le recommande au ministre von Lindenau, il s'inscrit au début des années 1830 à l'Institut de formation technique de Dresde. Dès 1833, il donne des cours privés en mathématiques et est même brièvement assistant à l'Institut en 1837. Il est alors nommé enseignant en mathématiques à l'École professionnelle de Chemnitz. L'année suivante, il publie une *Contribution à l'art de la mesure des tonneaux* (*Beiträge zur Visirkunst*), dans laquelle il résume les connaissances en la matière, de J.H. Lambert jusqu'à son époque. En 1839, il quitte la Saxe pour enseigner à l'Académie militaire de Tallinn (à l'époque nommée Reval), puis on perd sa trace.

SCHLIEBEN Wilhelm Ernst August von (1781-1839)

Von Schlieben naît à Dresde dans une famille noble, son père faisant partie du gouvernement. Pour son éducation secondaire, il bénéficie d'un professeur particulier. Il entre en 1793 à l'École militaire des Cadets de Dresde, où il étudie jusqu'en 1799. L'année suivante, il s'enrôle dans l'armée où il est nommé enseignant en mathématiques et sciences militaires dans ce même Corps des cadets. Il participe à des études topographiques et d'arpentage en Thuringe, ce qui lui vaut d'être nommé en 1815 à la tête de l'Institut d'arpentage de Saxe. Il voyage fréquemment à l'étranger et peut ainsi comparer l'utilisation des mathématiques pratiques dans les différents États européens. Il constate le manque de statistiques fiables et précises en Saxe, et profite du passage à une monarchie constitutionnelle pour fonder en 1831 la première Société statistique du royaume (*statistischer Verein für das Königreich Sachsen*). Il la préside jusqu'en 1839 et procède aux premiers recensements et études statistiques de l'État.

Ses nombreuses publications concernent essentiellement la statistique nationale du royaume de Saxe. Il rédige chaque année un compte rendu de la Société et propose des ouvrages programmatiques ou théoriques sur ce sujet. Il est l'auteur d'un manuel de mathématiques élémentaires, fréquemment utilisé en Saxe, publié en 1817 et très orienté vers les applications concrètes de la discipline : *Die Elemente der reinen Mathematik, erläutert durch Beispiele aus des Naturlehre, Statistik und Technologie* (Leipzig et Altenberg, Brockhaus).

SCHLÖMILCH Oskar (1823-1901)

Né dans l'État de Saxe-Weimar-Eisenach, Schlömilch fréquente le *Gymnasium* de Weimar, puis les universités d'Iéna et Berlin de 1839 à 1842. Il obtient en 1842 le grade de docteur et en 1844 l'habilitation, après quoi il est *Privatdozent* puis professeur ordinaire à l'université d'Iéna. En 1849, il accepte le poste de professeur de mathématiques supérieures à l'Institut de formation technique de Dresde. En 1874, il devient conseiller du ministère de l'éducation saxon.

Ses travaux concernent les mathématiques appliquées et l'analyse, notamment les séries de Taylor, sujet de son habilitation, ou les fonctions de Bessel. Son manuel de mathématiques supérieures, publié peu après son arrivée à Dresde, *Compendium der höheren Analysis* (Vieweg, Braunschweig, 1853) est réédité cinq fois jusqu'en 1881. Conscient de l'absence d'un journal mathématique adapté au large public des enseignants et mathématiciens appliqués, il fonde en 1856 le *Zeitschrift für Mathematik und Physik* avec un autre mathématicien saxon, B. Witzschel.

SCHMEISSER Friedrich (?-1869)

Nous ne connaissons ni le lieu de naissance de Schmeisser, ni l'université où il a étudié, obtenant le titre de docteur en philosophie. Il réalise la première partie de sa carrière en Saxe, tout d'abord comme professeur particulier à Dresde. En 1813, il publie un ouvrage de didactique des mathématiques, *Orthodidaktik der Mathematik, insbesondere für gelehrte Schulen* (Dresden, Arnold, 1813), remarqué dans les milieux philosophiques et pédagogiques. Il devient enseignant assistant à l'Académie militaire (*Ritterakademie*) de Dresde et publie alors en 1817 un manuel de mathématiques élémentaires où il propose une méthode « platonicienne » : *Lehrbuch der Arithmetik, zu einem zum Selbstfinden leitenden Vortrage derselben nach platonischer Weise in Gymnasium* (Berlin, 1817). Il semble également avoir été enseignant assistant à l'École d'État de Pforta avant d'être nommé en 1820 enseignant et recteur à Francfort-sur-le-Main, où il reste jusqu'à sa retraite. Il publie d'autres manuels de mathématiques, ainsi que des articles dans le journal de Crelle.

SCHMIDT Carl Heinrich (1818- ?)

Né à Altenburg en Saxe, il s'inscrit en 1838 à l'Académie des arts de Dresde et deux ans plus tard à l'Institut de formation technique, dont il sort diplômé en 1844. L'année suivante, il est brièvement ingénieur sur le chantier de la ligne de chemin de fer Chemnitz-Riesae, avant d'être nommé *Mathematicus* à l'École professionnelle de Zittau en remplacement de A. Hallbauer. Il occupe cette place jusqu'en 1855, date à laquelle il devient enseignant principal à l'École de chefs d'atelier de Chemnitz (*Werkmeisterschule Chemnitz*). En 1858, il devient finalement professeur de technologie à l'École polytechnique de Stuttgart jusqu'en 1881. Outre un manuel de calcul, ses publications concernent principalement la mécanique, plus particulièrement dans ses applications au tissage.

SCHMIDT Johann Gottlieb (1742-1820)

Né à Dresde, Schmidt obtient une maîtrise de l'université de Leipzig en 1769, avant de devenir pasteur dans cette même institution. En 1773, il est nommé par l'administration de Dresde enseignant de mathématiques à l'École d'État de Pforta. Il y reste jusqu'en 1819 et enseigne à nombre de futurs mathématiciens saxons, dont Möbius et J.G. Steinhäuser. Ses publications sont essentiellement des manuels, dont un livre de géographie mathématique publié en 1810 et un cours complet de mathématiques élémentaires publiée entre 1802 et 1820.

SCHMIEDEL Christian Theodor (1795-1875)

Schmiedel est né dans un village à l'est de Leipzig, Dornreichenbach, dans une famille aisée. Il entre à l'Académie des mines de Freiberg en 1812, puis étudie à l'université de Leipzig, où il obtient en 1815 le titre de docteur. Rentier, il va consacrer sa vie aux mathématiques, aux sciences naturelles et aux observations astronomiques qu'il réalise dans l'observatoire qu'il s'est fait construire à Zehmen, dans les environs de Leipzig. Il publie plusieurs articles dans les *Annalen* de Gilbert et les *Astronomische Nachrichten* de H.C. Schumacher.

SCHÖNBERG Kurt Friedrich von (?- ?)

Né à Ober-Schona, près de Leipzig, à une date inconnue (le *Poggendorff* donne la date de 1759, mais cela est peu cohérent), il est inscrit à la fin des années 1760 à l'université de Leipzig. En 1770, il publie un essai sur l'étude des coniques à l'aide de l'analyse, *Über die analytische Methode und ihren Gebrauch in Absicht auf die Kegelschnitte* (Leipzig, Langenheim, 1770). Il écrit trois ans plus tard un nouvel ouvrage sur les coniques et semble avoir travaillé dans les années 1770 avec Hindenburg, qui le cite dans plusieurs ouvrages de cette période. En 1780, il est correspondant de l'Académie des sciences de Göttingen.

SCHUBERT Christian Friedrich (1808-1874)

Né à Ehrenfriedesdorf, ville saxonne située dans les Monts Métallifères au sud de Chemnitz, il est élève à la *Bergschule* d'Annaberg de 1826 à 1827. Il entre ensuite à l'Académie des mines de Freiberg où il étudie jusqu'en 1830. Il devient alors enseignant en mathématiques au *Lyceum* d'Annaberg et y reste jusqu'en 1874. L'établissement lui-même est réformé plusieurs fois, devenant en 1835 un *Gymnasium* et en 1843 une École professionnelle (*Realschule*). Intéressé par le développement de l'industrie, il fait partie de l'association commerciale (*Gewerbeverein*) de la ville et édite le *Journal industriel de l'État de Saxe* (*Gewerbeblatts für Sachsen*). Il est également conseiller du ministère de l'intérieur pour le développement industriel à partir de 1848.

SCHUBERT Johann Andreas (1808-1870)

Né en Saxe, dans une famille modeste puisque son père est journalier, il fréquente la *Thomasschule* de Leipzig de 1818 à 1821, puis l'Institut maçonnique de Dresde de 1821 à 1824, et enfin l'École de construction (1824-1828). L'enseignant de mathématiques Fischer le recommande à l'administration et lui obtient la place de second enseignant en mathématiques de l'Institut de formation technique de Dresde, qui ouvre en 1828. En 1832, il obtient le titre de professeur et la place de premier enseignant. Nommé à la direction de la surveillance des digues en 1836, il occupe ces postes jusqu'à sa retraite en 1869.

Il possède également une solide formation technique, apprise dans l'atelier de K.J. Blochmann, puis lors d'un séjour en Angleterre en 1835. Il se focalise d'ailleurs à partir de 1838 sur l'enseignement technique de la théorie des machines et est l'un des artisans de la révolution industrielle saxonne. En 1836, il fonde une société par action, spécialisée dans la construction de machines, réalisant notamment en 1839 la *Saxonia*, première locomotive allemande. Ses manuels mathématico-pratiques rencontrent un grand succès. On lui doit également un mémoire de mécanique, « Versuch einer neuen Begründung der Grundlehren der Mechanik » (Dresden, Teubner, 1842), publié dans le programme de l'Institut, dans lequel il propose une nouvelle organisation de la discipline.

SCHULZE Gottlob Leberecht (1779-1856)

Né à Hirchfeld en Saxe, il fréquente l'École d'État de Grimma de 1792 à 1796. Il s'inscrit ensuite à l'université de Leipzig où il étudie la théologie, les mathématiques et l'astronomie jusqu'en 1801. Après un bref passage en tant qu'enseignant primaire à l'école libre de Leipzig, il est nommé enseignant au *Gymnasium* de Freiberg en 1803 et y reste jusqu'en 1809. Il est alors pasteur à Leipzig jusqu'en 1823, date à laquelle il est recruté comme inspecteur pour le conseil du culte et de l'éducation (*Kirchen- und Schulrath*). Il y est responsable de la réforme de l'enseignement primaire pour la région de l'Oberlausitz, et c'est dans ce cadre qu'il publie en 1826 l'un des premiers projets de réforme de l'éducation en Saxe qui est très largement diffusé. En 1830, il obtient le titre de docteur de l'université de Leipzig pour une thèse sur Copernic.

Lors de la réforme de l'État en 1831, il est nommé conseiller du ministère du culte et de l'éducation publique nouvellement créé, et est l'un des principaux promoteurs de la réforme de 1834. Favorable au développement des mathématiques, il joue un rôle important bien que peu remarqué dans les diverses réformes de l'enseignement saxon jusqu'au milieu du siècle. Dans le domaine des publications scientifiques, il est l'auteur d'un manuel d'astronomie en 1811, réédité en 1821, ainsi que d'un *Kleines mathematisches Hand- und Hülfsbuch zum Verständnis populärer astronomischer und physikalischer Schriften und Vorträge* (Leipzig, Fleischer, 1839).

SEBAS Christian Ludwig (1754-1806)

Né près de Zittau en Saxe, il étudie à l'université de Göttingen dans les années 1780, puis à Leipzig de 1787 à 1792, obtenant sa maîtrise et l'habilitation à enseigner. De 1793 à 1796, il est alors *Privatdozent* avant d'être nommé professeur extraordinaire en même temps que Rothe. Il ne fait cependant pas partie de l'école d'analyse combinatoire alors en vogue à l'université de Leipzig.

Polymathe, il enseigne essentiellement les mathématiques, mais propose aussi des cours particuliers de français, anglais, grec et sciences naturelles. Il traduit du français et de l'anglais plusieurs ouvrages consacrés à l'économie et aux manufactures, ainsi qu'une grammaire française. Il a également écrit des ouvrages sur les mathématiques, notamment *De matheseos disciplina et usu* (Leipzig, Sommer, 1793).

SEIDEMANN Gottlob Ehrenfried (?- ?)

On ne connaît que peu de choses sur sa vie en dehors de ses publications, qui semblent avoir rencontré un vrai succès en Saxe. Il a été l'élève de Drobisch à l'université de Leipzig pendant plusieurs années (qui l'indique dans la préface de Drobisch, 1828) avant de devenir enseignant de mathématiques à Leipzig. Il n'est semble-t-il rattaché à aucune institution, et en l'absence d'autres indications, on peut en conclure qu'il était enseignant particulier.

Il publie en 1836 une brochure de prévisions météorologiques, qui se vend rapidement à plusieurs milliers d'exemplaires. Ce succès l'amène à publier ses observations chaque année sous forme de magazine, au moins jusqu'en 1845. En 1838, il fait paraître un ouvrage d'astronomie populaire, *Der Himmel und seine Gestirne* (Leipzig, Schreck, 1838). Il est également, à partir de 1831 et pendant quelques années, coéditeur d'un magazine de vulgarisation technologique, le *Magazin der neuesten Erfindungen, Entdeckungen und Verbesserungen.* Il continue à écrire des ouvrages de mathématiques pratiques appréciés du public : en 1840, il publie un livre de stéréométrie, et en 1849 un manuel sur les moulins, *Theoretische practische Anleitung zur Herstellung eines auf Wasser-, Wind-, Dampf- und Thiermühlen anwendbaren Potenzwerkes* (Leipzig & Gera, Heinsius, 1849).

SNELL Karl Christian (1806-1886)

K.C. Snell est né hors de Saxe, à Dachsenhausen. Il étudie les mathématiques et la physique dans les universités de Gießen, Halle, Göttingen et Berlin entre 1823 et 1828. Il devient enseignant en sciences naturelles à l'Institut Blochmann de Dresde, avant d'être nommé enseignant en mathématiques à la *Kreuzschule* de Dresde de 1834 à 1844. Il est alors nommé professeur ordinaire de mathématiques et de physique à l'université d'Iéna jusqu'à sa retraite en 1878.

Ses intérêts scientifiques, et par conséquent ses publications, se partagent entre les sciences naturelles, les mathématiques et la philosophie - plus particulièrement la *Naturphilosophie*. Dans le domaine des mathématiques, il publie plusieurs manuels élémentaires en sciences naturelles et mathématiques, ainsi qu'un manuel de calcul différentiel et intégral. Dans le programme de la *Kreuzschule* de 1834, il rédige un livret scientifique pour encourager le développement des mathématiques et des *Realien* dans l'enseignement secondaire. Il publie également plusieurs ouvrages sur la *Naturphilosophie* et le matérialisme.

STEINHÄUSER Johann August Wihelm (1780-1859)

Né à Geilsdorf, près de Plauen, il étudie au *Gymnasium* de Plauen où ses compétences lui permettent de devenir rapidement assistant. En 1803, il est nommé *Mathematicus* et recteur adjoint. En 1811, il devient diacre mais continue d'assurer bénévolement l'enseignement des mathématiques pour les classes de *Prima* et *Secunda* ; il obtient en 1857 le statut d'émérite. Il semble posséder le titre de docteur, sans qu'il soit possible de déterminer l'université qui l'a délivré, ni même si sa dissertation concerne les mathématiques.

STEINHÄUSER Johann Gottfried (1768-1825)

Né à Plauen en Saxe dans une famille aisée (son père fait partie de la haute administration saxonne), il commence ses études à l'École d'État de Pforta, où le *Mathematicus* est J.G. Schmidt. Il est inscrit à l'Académie des mines de 1787 à 1788 avant d'étudier la philosophie et le droit à l'université de Wittenberg jusqu'en 1792. Après un second séjour à l'Académie des mines, il devient ingénieur minier dans l'État voisin de Hessen-Pfalz en 1794, puis juriste dans sa ville natale de Plauen. Durant son temps libre, il cultive les mathématiques supérieures, ce qui lui vaut d'être nommé membre de la Société des sciences d'Iéna. Il entretient une correspondance avec Ebert et lui succède finalement comme professeur de mathématiques à l'université de Wittenberg en 1805. À la fermeture de l'université en 1815, il devient professeur à Halle.

Ses publications concernent essentiellement les mathématiques appliquées et plus spécifiquement les questions de magnétisme. Il s'intéresse également aux mathématiques pratiques et publie en 1806 un manuel d'arpentage (*Taschenbuch für praktische Feldmesser*, Leipzig, Joachim, 1806).

TAUBER Gottfried (1766-1825)

Né à Johniswalde, royaume de Saxe-Altenburg, dans une famille modeste, il étudie au *Gymnasium* d'Altenburg entre 1781 et 1791. Une lettre de recommandation de ses enseignants pour Ernst II, roi de Saxe-Gotha, lui permet d'obtenir une bourse pour étudier à Leipzig. Il y suit de 1792 à 1798 des enseignements de mathématiques, histoire naturelle, minéralogie, philosophie, botanique, chimie et devient l'assistant de Hindenburg, avant d'obtenir le grade de docteur en philosophie.

Il est recruté comme enseignant à la *Thomasschule* de Leipzig en 1801, chargé des mathématiques. Il fonde la même année un Institut optico-oculistique à Leipzig, dans lequel il fabrique des lunettes et toutes sortes d'instruments mathématiques. En 1808, il quitte l'enseignement pour se consacrer à son Institut où il invente et perfectionne de nombreux objets (lampe de travail, baromètre portable, ainsi qu'un microscope économique pour lequel il obtient un brevet). Il continue à enseigner auprès de la Société économique de Leipzig et publie à partir de 1800 un magazine de physique (*Physikalisches Magazin zu Leipzig*). La seule autre publication qui lui est attribuée concerne l'activité commerciale de son Institut. Il est membre des sociétés de sciences naturelles de Halle et Leipzig.

THIEME Friedrich Eduard (1805-1878)

Né à Leipzig, Thieme fréquente la *Nikolaischule* avant de s'inscrire en 1824 à l'université de Leipzig. Pendant trois ans, il va étudier la théologie, le latin, l'anglais et le français. De 1827 à 1828, il étudie à Berlin. C'est après ses études qu'il se lance dans les mathématiques ; il est en particulier assistant (*Amanuensis)* de Möbius à l'observatoire universitaire de 1830 à 1835. Candidat malheureux à la succession de Hecht à l'Académie de Freiberg, il devient enseignant en mathématiques à Plauen. De 1836 à 1873, il travaille à la fois au *Gymnasium* et à l'École professionnelle.

Ses publications recouvrent des domaines variés des mathématiques, et sont parues essentiellement dans les programmes des écoles de Plauen. On y trouve des recherches théoriques en géométrie (« Sphärische Untersuchungen », 1852) ainsi que des recherches pratiques sur les mathématiques économiques (« L'amortissement des dettes communales », 1843). Il publie, toujours dans des programmes scolaires, des mémoires plus didactiques sur la théorie des équations ou l'application des équations de la statique en géométrie (« Sur les équations du troisième degré » 1851 ; « Les six équations de conditions de la statique, avec applications géométriques », 1846). Son manuel de géométrie élémentaire en deux volumes, qui fait l'objet de plusieurs recensions positives, est publié entre 1847 et 1850.

TITIUS Johann Daniel (1729-1796)

Né à Konitz en Prusse, il fréquente d'abord le *Gymnasium* de Gdansk - alors appelée Danzig - puis s'inscrit à l'université de Leipzig, où il obtient en 1752 une maîtrise de philosophie. Il est alors *Privatdozent* dans cette même université jusqu'en 1756, avant d'être nommé professeur ordinaire de mathématiques inférieures à Wittenberg. En 1762, il est nommé professeur ordinaire de physique et y reste jusqu'en 1796, refusant entre autres des offres de Göttingen, Helmstedt, Danzig et Kiel.

Il a travaillé en astronomie, postulant notamment en 1766 qu'il existe une relation arithmético-géométrique entre les rayons des orbites des planètes du système solaire (loi de Titius-Bode), loi confirmée en 1801 par la découverte de Cérès entre Mars et Jupiter. Membre de la Société économique de Leipzig, il appartient à plusieurs autres sociétés scientifiques prussiennes (Berlin, Danzig).

TITTMANN Friedrich Wilhelm (1813-1881)

Né à Döbeln, au nord de Freiberg, dans une famille de marchands, il est inscrit à l'École d'État de Meißen de 1827 à 1833. Il étudie ensuite à l'université de Leipzig, dans un premier temps la théologie (1834-1839), puis la philosophie et les mathématiques (1840-1843). Il obtient le titre de docteur en philosophie et devient enseignant à l'Institut Stoy à Iéna jusqu'en 1847, où il est nommé *Mathematicus* à la *Nikolaischule* de Leipzig. En 1866, il devient bibliothécaire et le reste jusqu'à sa mort. Il ne semble pas avoir publié d'ouvrages mathématiques.

TÖPFER Heinrich August (1758-1833)

Töpfer est né à Leisnig en Saxe. Après avoir étudié de 12 à 18 ans à Weißenfels, il entre au service de von Schlieben en tant que clerc. Celui-ci organise une collecte pour lui permettre de s'inscrire à l'université de Leipzig, où il étudie de 1786 à 1794 la philosophie, la physique et les mathématiques. Nommé en 1796 enseignant de mathématiques à l'École d'État de Grimma, il y reste jusqu'à sa retraite en 1828. Il contribue à la formation de plusieurs mathématiciens saxons, dont Drobisch et G.F.T. Koch.

En tant qu'élève de Hindenburg à l'université de Leipzig, il est en première ligne dans la controverse qui oppose son maître à E.G. Fischer lorsque celui-ci publie sa théorie des signes de dimension (*Dimensionszeichen*), très proche de la théorie combinatoire. Töpfer publie un livre intitulé *Combinatorische Analytik und Theorie der Dimensionszeichen in Parallele gestellt* (Leipzig, Crusius, 1793), où il compare les deux théories pour finalement accuser Fischer de plagiat. Ses autres publications ne concernent pas les mathématiques mais la métaphysique.

VIERENKLEE Johann Ehrenfried (1716-1777)

Né à Grossenhain en Saxe, il étudie à Dresde, Leipzig et à l'université de Halle, où il suit les enseignements de Wolff, avant de devenir en 1741 enseignant particulier à Dresde. En 1748, il est nommé recteur à Drobigluk, puis en 1755 pasteur dans le diocèse d'Herzberg. Il est ensuite pasteur à Ploßig près de Wittenberg. Son premier travail scientifique est une carte de la région de Wittenberg, publiée en 1749. Il est plus connu pour son manuel de mathématiques forestières, intitulé *Éléments mathématiques d'arithmétique et de géométrie, pour autant qu'elles doivent être sues par ceux qui veulent se diriger vers l'exploitation - nécessaire - des forêts d'une manière complète et raisonnable*. Publié pour la première fois en 1777, il est réédité 20 ans plus tard. Une troisième édition paraît en 1822.

VOIGT Friedrich Albert (1803-1874)

Né à Apolda, petite ville de l'État de Saxe-Weimar-Eisenach appartenant au domaine de l'université d'Iéna, il étudie dans cette université et y soutient en 1826 une dissertation consacrée aux livres I et III des *Éléments* d'Euclide. Il est nommé cette même année *Mathematicus* au *Gymnasium* de Zwickau où il reste durant toute sa carrière. En 1831, il publie un manuel d'arithmétique pour le secondaire, *Lehrbuch der Arithmetik als Leitfaden beim Unterricht an der Gelehrtenschulen* (Zwickau, Schumann, 1831).

WECKE Heinrich Christoph Friedrich (1780-1813)

Né à Delitzsch, au nord de Leipzig, Wecke est élève à la *Thomasschule* de Leipzig jusqu'en 1801. Il devient en 1808 enseignant en mathématiques dans cette même école, avant de mourir cinq ans plus tard lors d'une épidémie. Il ne semble pas avoir publié.

WEISBACH Albin Julius (1806-1871)

Né à Annaberg, où son père est maître de forges, il fréquente l'école de la ville puis la *Hauptbergschule* de Freiberg. Il étudie à l'Académie des mines de 1822 à 1826 avant d'obtenir une bourse pour étudier dans les universités de Göttingen (1827-1829) et de Vienne (1829-1830). Il entreprend ensuite un voyage scientifique en Bavière et au Tyrol, avant d'être nommé enseignant de mathématiques au *Gymnasium* de Freiberg en 1831. En 1833, il est recruté comme professeur de mathématiques à la *Bergakademie* où il reste jusqu'à sa mort en 1871. En 1856, il est nommé conseiller royal des mines (*Bergrath*).

Il a publié et innové dans de nombreux domaines des mathématiques pratiques. En géométrie souterraine, il publie en 1851 *La nouvelle géométrie souterraine*, ouvrage qui va permettre la généralisation de l'emploi du théodolite dans les mines. Il travaille en axonométrie, en hydraulique, participe à l'édition d'un journal scientifique destiné aux ingénieurs (*Der Civilingenieur*). Il a également publié un grand nombre de manuels dans toutes les branches des mathématiques (mathématiques élémentaires, analyse, mécanique, géographie mathématique), ainsi que des recueils de tables pour la géométrie pratique.

WERNER Ferdinand Oscar (1826- ?)

Né à Dresde, il étudie à l'Institut de formation technique jusqu'en 1847, et à partir de l'année suivante à l'université de Leipzig, obtenant en 1851 le titre de docteur en philosophie. Les informations le concernant sont ensuite parcellaires ; il semble être resté enseignant particulier pendant le reste de sa vie. Il a publié de nombreux articles dans le journal de Grunert, le premier en 1847 alors qu'il est encore étudiant à Dresde. Il collabore également au journal de Schlömilch à partir de sa fondation en 1856, dans les domaines de l'analyse et de la trigonométrie sphérique.

WITZSCHEL Benjamin (1822-1860)

Né à Oschatz en Saxe, il fréquente l'université de Leipzig de 1842 à 1847 ; il est alors nommé enseignant au *Gymnasium* de Zwickau. Suspendu en 1850 pour une raison inconnue, il est nommé en 1854 à l'Institut Krause de Dresde où il reste jusqu'à sa mort en 1860. En 1850, il publie dans le journal de Grunert un article intitulé « Über eine gnomonische Aufgabe », puis édite avec Schlömilch le *Zeitschrift für Mathematik und Physik* entre 1856 et 1860 ; il y écrit lui-même plusieurs articles. Il a également publié des manuels de mathématiques et de physique.

WUNDER Carl Gustav (1793-1850)

Né près de Leipzig, il est élève de l'École d'État de Pforta de 1808 à 1813. Il s'inscrit alors à l'université de Leipzig, sans que l'on sache s'il y a étudié les mathématiques. En 1817, il est nommé recteur et enseignant en mathématiques et physique au *Lyceum* de Wittenberg et y travaille jusqu'en 1826. Il est alors nommé à l'École d'État de Meißen, toujours en mathématiques et y reste jusqu'en 1850.

Son activité littéraire se partage entre l'écriture de manuels et la recherche mathématique proprement dite. Il publie plusieurs ouvrages didactiques et des manuels élémentaires pour l'enseignement secondaire qui rencontrent un franc succès. Son *Lehrbuch der Mathematik für Gymnasien* (Leipzig, Engelmann, 1837-1841) en quatre volumes est utilisé dans plusieurs écoles secondaires saxonnes et recommandé par le gouvernement. Son domaine de recherche est la géométrie analytique ; il publie plusieurs livrets scientifiques dans le programme de l'école de Meißen, notamment en 1839 et en 1851, sur les coniques envisagées comme projections du cercle, ainsi qu'au moins un article dans le journal de Grunert (« Aufgabe aus der analytischen Geometrie », vol. 5, 1844). L'un de ses premiers travaux concerne l'analyse combinatoire, *Über Kombinationen des zweiten Grades oder Kombinationen von Kombinationen* (Wittenberg, Rübener, 1826).

WÜNSCH Christian Ernst (1744-1828)

Né à Hohenstein en Saxe, dans une famille de tisserands, il quitte rapidement l'école et voyage en Allemagne avant de reprendre l'entreprise de son père. Il apprend les mathématiques seul à l'aide des *Anfangsgründe* de Wolff et s'entraîne aux observations astronomiques. Après avoir fait faillite, il forme le projet d'aller en Inde, mais obtient une place pour étudier à l'université de Leipzig. Il observe la comète de 1769, en réalise des maquettes en bois qu'il vend ; leur succès lui permet d'obtenir une bourse pour étudier à plein temps. En 1776, il devient docteur en théologie et philosophie et commence à donner des cours en mathématiques comme *Privatdozent*. En 1784, il est nommé professeur de mathématiques et de physique à l'université de Francfort-sur-le-Main. Il s'y rend célèbre par une controverse avec Goethe sur la théorie des couleurs, dans laquelle il soutient contre ce dernier le fait qu'il n'existe que trois couleurs primaires. Il meurt en temps que professeur émérite en 1828.

ZEIHER Johann Ernst (1720-1784)

Né à Weißenfels, alors située en Saxe au sud de Merseburg, il étudie à l'université de Leipzig et suit en particulier les enseignements de Kästner, alors professeur extraordinaire de mathématiques. À la fin de ses études, il revient dans sa ville natale pour y devenir médecin, tout en continuant à pratiquer avec assiduité la construction d'instruments optiques et mécaniques. En 1756, une recommandation de Kästner lui permet d'être nommé professeur de mécanique à Saint-Pétersbourg. En 1764, il succède à Titius à la chaire ordinaire de mathématiques inférieures de l'université de Wittenberg. Il obtient en 1769 la chaire de mathématiques supérieures qu'il occupe jusqu'à sa mort. À partir de 1775, il est aussi responsable du Salon mathématico-physique de Dresde et membre de la Société économique de Leipzig.

Ses publications concernent essentiellement les sciences médicales - il traduit notamment en allemand les mémoires de l'Académie de chirurgie de Paris - et physiques, en particulier dans le domaine de la construction d'instruments. En mathématiques, il semble avoir publié essentiellement un ouvrage de dioptrique et quelques discours en tant que recteur de l'université, notamment un essai publié en 1784 où il argumente sur l'utilité de la discipline mathématique : *De studio mathematico eruditis non satis commendando* (Wittenberg, Charis, 1784).

ZWANZIGER Johann Christian (1732-1808)

Né à Leutschau (aujourd'hui Levoca en Hongrie), il est étudiant à l'université de Leipzig de 1763 à 1768, tout en étant enseignant particulier de mathématiques. En 1768, il obtient sa maîtrise de philosophie et devient dès l'année suivante *Privatdozent*. Il enseigne les mathématiques jusqu'en 1808 sans parvenir à obtenir une place de professeur, échouant notamment en 1769 (chaire de mathématiques), en 1772 (chaire de physique), en 1782 (logique aristotélicienne) et en 1799 (chaire de mathématiques). C'est après Hindenburg le premier enseignant de l'université de Leipzig à avoir donné des cours d'analyse combinatoire, dès le semestre d'été 1798. Bien qu'il ait enseigné essentiellement en mathématiques, ses publications concernent uniquement la philosophie. Il publie notamment en 1792 et 1794 des commentaires des Critiques de la raison pure et pratique de Kant.

Références bibliographiques

Archives

HStA - Sächsisches Staatsarchiv - Hauptstaatsarchiv Dresden

10 078 : *Landes- Ökonomie-, Manufaktur und Kommerziendeputation*

- **Nr. 553** Errichtung einer Baugewerkschule in Leipzig (1828-1830)
- **Nr. 560** Vorschläge zur Einrichtung einer Kaufmannschule in Leipzig (1764-1768)
- **Nr. 652** Vorbereitung einer sächsischen Industrieausstellung in Dresden (1809-1825)
- **Nr. 2108** Vorschläge für die Verbesserung der Einrichtung zur Ausbildung von Künstler, Fabrikanten und Handwerker, sowie Antrag zur Errichtung eines polytechnischen Institut (1824-1827)

10 094 : *Superintendentur Freiberg*

- **Nr. 196** Errichtung einer Privatunterrichts- und Erziehungsanstalt durch Johann Karl Gotthelf Rochlitzer in Freiberg

10 088 : *Oberkonsistorium*

- **Nr. 2143** Acta, die dem Herrn Oberhofprediger und Kirchenrate D. Reinhard aufgetragene Revision der Universitäten betreffend

10 736 : *Ministerium des Innern, Sektion 13, Gewerbe und Handel*

- **Nr. 01373** Ausarbeitung von Entwürfen über das Gewerbeschulwesen in Sachsen sowie der Verwaltungsgrundsätze der obersten Gewerbebehörden (1831-1833)
- **Nr. 16641** Acta, das Gewerbesunterrichtswesen überhaupt, insonderheit die Industrie-, Sonntags-Schulen ingleichen die Errichtung von technischen Bildungsschulen betreffend (vol. 1, 1832)

11 125 : *Ministerium des Kultus und Öffentlichen Unterrichts*

- **Nr. 10016/32** Statistische Nachrichten der Universität Bd. 1 (1830-1860)
- **Nr. 10219** Begründung eines mathematisch-naturwissenschaftlichen Seminars zu Leipzig (1834-1850)
- **Nr. 11258** Acta, die Errichtung eines landlichen Schullehrerseminars betreffend (1837)

- **Nr. 11281** Entwurf zu einem Gesetz für die Gelehrtenschulen (1833)
- **Nr. 11288** Entwurf zu einem Gesetz für die Gelehrtenschulen (Gymnasien) (Beilagsakte 02)
- **Nr. 11289/1** Entwurf zu einem Gesetz für die Gelehrtenschulen (Gymnasien) (Beilagsakten 04)
- **Nr. 11472** Maturitätsprüfungen bei den Gymnasien im Königreich Sachsen (Beilagsakte Bd. 01)
- **Nr. 11478** Verleihung des Professorprädikates an die ausgezeichneteren Hauptlehrer an den königlichen und städtischen Gymnasien, ebenso Auszeichnung der im Gymnasialwesen in Sachsen sich verdient gemachten Männer
- **Nr. 11482** Beim Unterricht in Religion, Geschichte, Geographie, Mathematik und anderen in den gelehrten Schulen einzuführende und verbotene Lehrbücher (1839-1853)
- **Nr. 11512** Mathematischer Unterricht in sächsischen Gymnasien (1835-1848)
- **Nr. 15062** Die in Sachsen zu errichtenden Polytechnischen Institute (Bd. 1)
- **Nr. 15063** Die Technische Bildungsanstalt (Bd. 02)
- **Nr. 15067** Die Technische Bildungsanstalt betreffend (1831)
- **Nr. 15072** Die Technische Bildungsanstalt (Bd. 10a)
- **Nr. 15073** Die Technische Bildungsanstalt in Dresden, Reorganisation (1835)
- **Nr. 15076** Die Technische Bildungsanstalt (1838)
- **Nr. 15090** Die Technische Bildungsanstalt (1852)
- **Nr. 15251** Das Personal der technischen Bildungsanstalt (1822-1840)
- **Nr. 16556** Acta, die Errichtung einer mittlern Gewerbeschule in Chemnitz betreffend (1835)

SStBF - Sächsische Staatsarchiv Bergarchiv Freiberg

40 005 : *Oberbergamt Freiberg*

- **Nr. 14** Acta, die Bergakademie betreffend

TUWA - TU Bergakademie Freiberg, Universitätsbibliothek « Georgius Agricola » - Wissenschaftlicher Altbestand

- **NL XVII** Nachlass D.F. Hecht
- **Magazin für die Bergbaukunde** - numéros 1 à 13, 1785-1799
- **Bergmännisches Kalender**, année 1791
- Flaxa Dieter, *Berufungen von Mathematikprofessoren an der Bergakademie Freiberg von 1765 bis 1945*, document tapuscrit (brouillon), 1984
- Flaxa Dieter, *Die Entwicklung und Förderung der Darstellenden Geometrie an der Bergakademie Freiberg*, document tapuscrit (brouillon), 1986

UAD - TU Dresden Universitätsarchiv

- **B/14** Acta, die Einrichtung der Forstakademie zu Tharand betreffend
- **B/31a** Hauptacten der Akademie zu Tharand 1831 und 1832
- **B/64** Acta, den Zustand der Königlich Sächsischen Forstakademie zu Tharand und deren Lehrplan vom Frühjahr 1819 bis dahin 1820 betreffend
- **B/67** Acta, den Zustand der Königlich Sächsischen Forstakademie zu Tharand und deren Lehrplan vom Frühjahr 1822 bis dahin 1829 betreffend

UAF - TU Bergakademie Freiberg Universitätsarchiv

- **OBA 9** Acta, Verbesserung der Akademie betreffend (1794-1795)
- **OBA 10** Acta, Verbesserung der Akademie betreffend (1794-1795, suite)
- **OBA 11** 1795-1797
- **OBA 12** 1797-1801
- **OBA 14** 1825-1827

- **OBA 62** Die Bestellung des Professors der Mathematik, Physik und Bergmaschinenlehre betreffend (1784-1806)
- **OBA 63** 1816-1826
- **OBA 64** 1826-1840
- **OBA 65** 1841-1850

- **OBA 236** Acta, Wie bey der Berg-Academie wegen der Stipendiaten und Anhörung der Vorlesungen zutreffenden Einrichtungen und dieserhalb zu erstattenden Haupt-Anzeigen betreffend (1765-1769)
- **OBA 237** Jahresberichte 1769-1777
- **OBA 246** Jahresbericht 1786
- **OBA 256** Jahresbericht 1797
- **OBA 265** Jahresbericht 1806
- **OBA 270** Jahresbericht 1811
- **OBA 275** Jahresbericht 1816
- **OBA 280** Jahresbericht 1821
- **OBA 284** Jahresbericht 1825
- **OBA 285** Jahresbericht 1826
- **OBA 286** Jahresbericht 1827
- **OBA 290** Jahresbericht 1831
- **OBA 296** Jahresbericht 1836
- **OBA 305** Jahresbericht 1841
- **OBA 326** Jahresbericht 1851

UAH - Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Universitätsarchiv

- **UAH** 38^b Acta, die auf der Universität Wittenberg zu haltenden Lectiones betreffend
- **UAH - Rep. 1. Nr. 1529c** Acta, die Professiones Philosophia auf der Universität zu Wittenberg betreffend (vol. VIII)
- **UAH - Rep. 1. Nr. 5012** Acta, die Professiones Philosophiae Ordinarias betreffend

UAL - Universitätsarchiv Leipzig

- **PA 334** Personalakten Georg Heinrich Borz
- **PA 339** Personalakten Heinrich Wilhelm Brandes
- **PA 417** Personalakten Moritz Wilhelm Drobisch
- **PA 715** Personalakten Oswald Marbach
- **PA 752** Personalakten August Ferdinand Möbius
- **PA 757** Personalakten Karl Brandan Mollweide
- **PA 770** Personalakten Carl Friedrich Naumann
- **PA 822** Personalakten Moritz von Prasse
- **PA 884** Personalakten Christian Ludwig Sebas
- **PA 1041** Personalakten Christian Samuel Weiß
- **Phil. Fak. E 042** Acten, die vom Königl. Höhere Ministerium des Cultus und öffentl. Unterrichts nicht bestätigten Vereine betreffend
- **Phil. Fak. B 2/20, t. 1** Acten, der philosophischen Fakultät zu Leipzig betreffend, Professur für Astronomie
- **Rep. I Kap. VIII Nr. 176** Acta, die Profession Extraordinar. betreffend
- **Rep. I Kap. VIII Nr. 192** Acta, die Ersetzung der ordentlichen Professuren betreffend (1805-1831)
- **UAH - Rep. 01/09/033** Acta, die Prof. Extraordinarias betreffend (1802)
- **Nachlass** Moritz Wilhelm Drobisch, Tagebuch.

UBL - Universitätsbibliothek Leipzig

- **Catalogus lectionum** 1774-1849
- **Vorlesungsverzeichnisse** 1777-1797, 1814-1935

Sources primaires imprimées

Adelung Johann Christoph, *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart, mit beständiger Vegleichung der übrigen Mundarten, besonders aber der Oberdeutschen*, 4 volumes, Leipzig, Breitkopf, 1801 [1774].

AEWK, *Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste*, Leipzig, Gleditsch, 1818-1889.

Agricola Georgius, *De Re Metallica, translated from the first latin edition of 1556*, London, Mining Magazine, 1912 [1556].

ALZ, *Allgemeine Literatur-Zeitung*, Iéna et Leipzig, 1785-1841.

AMP, *Archiv der Mathematik und Physik*, Greifswald, Koch, 1841-1884.

AN, *Acta Societatis Jablonovianae Nova*, Leipzig, Cnobloch, 1802-1845.

ARAM, *Archiv für die reine und angewandte Mathematik*, Hindenburg Carl Friedrich (éd.), Leipzig, Schäfer, 1795-1800.

Arnold August, *Aphoristiche Betrachtungen über das Verhältniss der Philosophie und Mathematik. Schulprogramme des Gymnasiums zu Bromberg 1828-1829*, Bromberg, Gruenauer, 1829.

Bartels Johann Christian Martin, *Vorlesungen über mathematische Analysis*, Dorpat, Severin, 1837.

Becher Friedrich Liebegott, *Über das Studium der Muttersprache, zunächst in den Studienklasse unsers Lyceum*, Chemnitz, Becher, 1812.

Becher Friedrich Liebegott, *Über öffentliche Schulbildung zu Chemnitz : Einladungsblätter zum Salomon Siegelschen Gedächtnisact, im nahmens des Lyceums und seiner Bibliothek ausgegeben*, Dresde, 1823.

Berger Albert, *Das Königreich Sachsen in allen seinen Beziehungen oder übersichtliche Darstellung seiner Geschichte, Geographie, Staatsverfassung, Staatsverwaltung und Staatskräfte, der Civil- und Militairbehörden mit ihren Titulaturen, der Unterrichts-, Gewerbs-, Gesundheits- und Heilanstalten, milden Stiftungen usw*, Leipzig, Polet, 1840.

Bergmännisches Wörterbuch, *darinnen die deutschen Benennungen und Redensarten erkläret, und zugleich die in Schriftstellern befindlichen lateinischen und französischen angezeigt werden*, Chemnitz, Stößel, 1778.

Beurard Jean-Baptiste, *Dictionnaire allemand-français, contenant les termes propres à l'exploitation des mines, à la minéralurgie et à la minéralogie, avec les mots techniques des sciences et des arts qui y ont rapport*, Paris, Madame Huzard, 1809.

Beyer August, *Gründlicher Unterricht von Berg-Bau, nach der Anleitung zur Markscheidekunst*, Altenburg, Richter, 1785 [1749].

Biot Jean-Baptiste, *Traité élémentaire d'astronomie physique, destiné à l'enseignement dans les lycées nationaux et les écoles secondaires*, Paris, Bernard, 1805a.

Biot Jean-Baptiste, *Essai de géométrie analytique, appliquée aux courbes et aux surfaces du second ordre*, Paris, Bernard, 1805b.

Blochmann Karl Justus, *Über die Grundsätze, Zwecke und Mittel meiner Erziehungsanstalt*, Dresde, Meinhold, 1826.

Bode Johann Elert, *Kurzer Entwurf der astronomischen Wissenschaften*, Berlin, Bimburg, 1794.

Böhme August Gottlob, *Abhandlung wie ein ganzes Land mit allen seinen Gegenständen und Abtheilungen durch geometrische und astronomische Beobachtungen vortheilhaft aufzunehmen und in einer Karte geographisch vorzustellen; auch wie jede besondere Gegend, Gebiet oder Herrschaft nach geodätischen Regeln, sowohl zum ökonomischen als Militair-Gebrauch geschwind kann aufgenommen werden*, Dresde, Walther, 1793.

Bornemann Friedrich August, *Übersicht der Lehrgegenstände in den 5 Klassen des Lyceums zu Schneeberg im Bezug auf den Lehrplan des Herrn D. Steuber in seiner Schrift über Gymnasialbildung (Einladungsschrift)*, Schneeberg, Fulde, 1818.

Böttcher Julius Friedrich, *Offene Mittheilungen auf Anlaß des neuesten Gymnasial-Verordnungen eines Hohen Ministeriums des Cultus und öffentlichen Unterrichts im Königreich Sachsen*, Dresde, Adler et Dietze, 1849.

Brandes Heinrich Wilhelm, *Lehrbuch der Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung fester und flüssiger Körper*, vol. 1, Leipzig, Kummer, 1817.

Bürja Abel, *Erleichterter unterricht in der höheren Messkunst : oder deutliche Anweisung zur Geometrie der krummen Linie*, vol. 2, Berlin et Lindau, Lagarde et Friedrich, 1786.

Busse Friedrich Gottlieb von, *Die nöthigsten Kenntnisse zur Körpermessung nebst Visierkunst*, Leipzig, Crusius, 1790.

Busse Friedrich Gottlieb von, *Einige Betrachtungen bei dem Antritte meines Lehramtes als Professor der Mathematik, Physik und Maschinenlehre an der Chursächsischen Bergakademie zu Freyberg im November 1801*, Freiberg, Gerlach, 1801.

Busse Friedrich Gottlieb von, *Bündige und reine Darstellung des warhaften Infinitesimal-Calculs, wie sich besonders auch für wissenschaftliche Practiker rathsam ist*, 3 volumes, Dresden, Arnold, 1825-1827.

CI, *Der Civilingenieur : Zeitschrift für das Ingenieurwesen*, Leipzig, Felix, à partir de 1854.

Combes Charles-Pierre-Mathieu, « Mémoire sur les levés de plans souterrains, et description d'un nouvel instrument, propre à remplacer la boussole et le demi-cercle suspendu », *Journal des mines, ou recueil de mémoires sur l'exploitation des Mines, et sur les Sciences et les Arts qui s'y rapportent*, 3 (IX), pp. 81–126, 1836.

Cotta Bernhard von, *Die Bergakademie zu Freiberg, ihre Beschränkung oder Erweiterung*, Freiberg, Engelhardt, 1849.

Cuvier Georges, *Recueil des éloges historiques lus dans les séances publiques de l'Institut royal de France*, vol. 2, Paris, Levrault, 1819.

Darquier Antoine de Pellepoix et Scheibel Johann Ephrann, *Über die practische Astronomie, aus dem französischen übersetzt, mit einigen Anmerkungen von Johann Ephrann Scheibel*, Breslau, Gutsch, 1791 [1786].

Daubuisson Jean-François, « Nouvelle méthode d'assigner la direction des percemens dans les mines, et de tracer les plans des ouvrages souterrains », *Journal des mines, ou recueil de mémoires sur l'exploitation des Mines, et sur les Sciences et les Arts qui s'y rapportent*, 1 (XV), pp. 161–184, 1803 (An XII).

Delambre Jean-Baptiste Joseph, *Rapport historique sur les progrès des sciences mathématiques depuis 1789, et sur leur état actuel*, Paris, Imprimerie Impériale, 1808.

Döderlein Ludwig, *Reden und Aufsätze, ein Beitrag zur Gymnasialpädagogik und Philologie*, Erlangen, Enke, 1843.

Drobisch Moritz Wilhelm, *Theoriae analyseos geometricae prolusio*, Leipzig, Glück, 1824.

Drobisch Moritz Wilhelm, *Grundzüge der ebenen und körperlichen Trigonometrie, nach heuristischer Methode*, Leipzig, Baumgärtner, 1825.

Drobisch Moritz Wilhelm, *Mathematik für Praktiker, oder Sammlung von Grund- und Lehrsätzen, Regeln und Tafeln aus den verschieden Theilen der reinen und angewandten Mathematik ein Hand- und Lehrbuch für technischen Anstalten, für Feldmesser, Architekten, Mechaniker, Techniker usw*, Leipzig, Baumgärtner, 1828.

Drobisch Moritz Wilhelm, *Philologie und Mathematik, als Gegenstände des Gymnasialunterrichts betrachtet, mit besonderer Beziehung auf Sachsens Gelehrtenschulen*, Leipzig, Cnobloch, 1832.

Drobisch Moritz Wilhelm, *Grundzüge der Lehre von den höhern numerischen Gleichungen nach ihren analytischen und geometrischen Eigenschaften. Ein supplement zu den Lehrbüchern der Algebra und der Differentialrechnung*, Leipzig, Voss, 1834.

Drobisch Moritz Wilhelm, *Neue Darstellung der Logik nach ihren einfachsten Verhaltnissen. Nebst einem logisch-mathematischen Anhange*, Leipzig, Voss, 1836.

Drobisch Moritz Wilhelm, *Erste Grundlehren der mathematischen Psychologie*, Leipzig, Voss, 1850.

Duhamel Jean-Pierre François, *Géométrie souterraine, élémentaire, théorique et pratique*, Paris, Imprimerie Royale, 1787.

Ebert Johann Jacob, *Nähere Unterweisung in den philosophischen und mathematischen Wissenschaften für die obern Classen der Schulen und Gymnasien*, Leipzig, Hertel, 1773.

Eckermann Johann Peter, *Gespräche mit Goethe in den letzten Jahren seines Lebens*, vol. 3, Magdeburg, Heinrichshof, 1848.

Ernesti Johann August, *Initia Doctrinae Solidioris*, Leipzig, Fritsch, 1734.

Erxleben Johann Christian Polykarp, *Anfangsgründe der Naturlehre*, Göttingen et Gotha, Dieterich, 1772.

Eschenbach Hieronymus Christoph Wilhelm, *De serierum reversione formulis analytico-combinatoriis exhibita specimen*, Leipzig, Breitkopf, 1789.

Euler Leonhard et Ebert Johann Jacob, *Auszug aus Herrn Leonhard Eulers vollständigen Anleitung zur Algebra, mit einigen Erläuterungen und Vermehrungen*, 2 volumes, Francfort-sur-le-Main, Fleischer, 1789.

FGN, *Freyberger gemeinnutzige Nachrichten für das Chursächsische Erzgebirge, zum besten des Nahrungsstandes, Bergbaues und der vaterländischen Geschichte*, Freiberg, Gerlach, 1800-1843.

Fischer Ernst Gottfried, *Theorie der Dimensionszeichen nebst ihrer Anwendung auf Verschiedene Materien der Analysis endlicher Größen*, Halle, Waisenhaus, 1792.

Fischer Gotthelf August, *Sammlung der vorzüglichsten im Forstwesen vorkommenden Rechnungs-Aufgaben zum Gebrauche und Privat-übung für angehende Forstmänner und Öconomen*, Pirna, Pinther, 1803.

FJ, *Forstwirtschaftliches Jahrbuch*, Dresden et Leipzig, Königlich Sächsischen Akademie für Forst- und Landwirthe zu Tharandt, à partir de 1842.

Florencourt Carl Chassot de, *Abhandlungen aus der juristischen und politischen Rechenkunst*, Altenburg, Richter, 1781.

Fourcy Étienne-Louis Lefébure de et Bünau Heinrich von, *Lehrbuch der descriptiven Geometrie, nebst einer, die Theorie der Ebene und geraden Linie im Raume enthaltenden Einleitung*, Chemnitz et Schneeberg, Goedsche, 1845.

Franke Traugott, *Lehrbuch der höheren Mathematik : enthaltend die Differential- und Integral- Rechnung, Variations-Rechnung und analytische Geometrie, nebst vielen Beispielen*, Hanovre, Hahn, 1851.

Franke Traugott et Schubert Johann Andreas, *Die Polytechnische Schule als Grundlage aller technischen Fachschulen Sachsens*, Dresde, Teubner, 1849.

Franz Johann, *Pragmatische Handlungsgeschichte der Stadt Leipzig*, Leipzig, Heinsius, 1772.

Funk Christlieb Benedict, *Anweisung zur Kenntnis der Gestirne vermittelst zweener Sternkegel, nach Doppelmayers Himmel-Charten*, Leipzig, Hischern, 1770.

Funk Christlieb Benedict, *Anfangsgründe der mathematischen Geographie zum Gebrauch im Schulen*, Leipzig, Crusius, 1771.

Funk Christlieb Benedict, *Anfangsgründe der Mathematik zum Gebrauch in Schulen*, Leipzig, Crusius, 1773.

GBC, *Programm zu dem zu haltenden Prüfung der Schüler der Gewerb- und Baugewerkschule zu Chemnitz*, Leipzig, Brockhaus, à partir de 1838.

GGA, *Göttingische Gelehrte Anzeigen*, Göttingen, Vandenhoek et Ruprecht, à partir de 1736.

Gilbert Ludwig Wilhelm, *De natura, constitutione et historia Matheseos primae vel universalis, seu Metaphysices Mathematicae commentatio*, Halle, Franck, 1795.

GT, *Das Gelehrte Teutschland, oder Lexikon der jetzt lebenden teutschen Schriftsteller*, Lemgo, Meyer, à partir de 1767.

Haan Wilbert, *Sächsisches Schriftsteller-Lexicon : Alphabetische geordnete Zusammenstellung der im Königreich Sachsen gegenwürtig lebenden Gelehrten, Schriftsteller und Künstler*, Leipzig, Schäfer, 1875.

Haupt Christian Friedrich, *Anleitung zu den Arithmetischen Wissenschaften, vor die Alumnos der Königl. und Churfl. Sächsischen Land-Schule Grimma, mit aller Kürze und Deutlichkeit aufgezeichnet, und darneben durchgehends mit den anmuthigsten Exempeln, sowohl aus den Historien, als den mathematischen Disciplinen*, Leipzig, Breitkopf, 1740.

Haymann Christoph Johann Gottfried, *Dresdens theils neuerlich verstorbene theils ietzt lebende Schriftsteller und Künstler wissenschaftlich classificirt*, Dresde, Walther, 1809.

Hecht Daniel Friedrich, *Lehrbuch der Markscheidekunst*, Freiberg, Craz et Gerlach, 1829.

Herbart Johann Friedrich, *Über die Moeglichkeit und Nothwendigkeit, Mathematik auf Psychologie anzuwenden*, Königsberg, Bornträger, 1822.

Herbart Johann Friedrich, *Sämmtliche Werke*, Leipzig, Voss, 1850-1852.

Hering Robert Gustav, *Sammlung von Aufgaben aus den Gleichungen und aus den zusammengesetzen Interessen- und Rentenberechnung, für Gymnasien und Realschulen*, Leipzig, Barth, 1849.

Herzog Emil, *Chronik der Kreisstadt Zwickau*, Zwickau, Zückler, 1839.

Heym Karl, *Die Grabencassen, ihre Einrichtung und Verwaltung, sowie die Reorganisation der bestehenden fehlerhaften Institute, im Auftrage der Königl. Sächs. Regierung verfasst*, Leipzig, Wigand, 1850.

Heym Karl, *Die Anzahl und Dauer der Krankheiten in gemischter Bevölkerung : fünfundzwanzig Jahre Erfahrungen der Versicherungs-Gesellschaft Gegenseitigkeit zu Leipzig ; ein Beitrag zum Reichsgesetz, betreffend die Krankenversicherung der Arbeiter*, Leipzig, Strauch, 1884 [1878].

Hindenburg Carl Friedrich, *Novi systematis permutationum combinationum ac variationum primae lineae et logisticae serierum formulis analytico-combinatoriis per tabulas exhibendae conspectus et specimina*, Leipzig, Breitkopf et Crusius, 1781.

Hindenburg Carl Friedrich, *Der polynomische Lehrsatz, das wichtigste Theorem der ganzen Analysis nebst einigen verwandten und andern Sätzen neu bearbeitet und dargestellt von Tetens, Klügel, Kramp, Pfaff und Hindenburg. Zum Druck befördert und mit Anmerkungen, auch einem kürzen Abrisse der combinatorischen Methode und ihrer Anwendung auf die Analysis versehen*, Leipzig, Fleischer, 1796.

Hindenburg Carl Friedrich, *Sammlung combinatorisch-Analytischer Abhandlungen*, Leipzig, Fleischer, 1800.

Hindenburg Carl Friedrich, *Über Combinatorische Analysis und Derivations-Calcul - Einige Fragment gesammelt und zum Druck befördert von*, Leipzig, Schwickert, 1803.

Hofmann Georg Julius, *Die Anwendung der Combinationslehre auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung, eine mathematische Abhandlung, mit Schulnachrichten. Gymnasium zu Freiberg*, Freiberg, Gerlach, 1841.

Hollenberg Georg Heinrich, *Bemerkungen über verschiedene Gegenstände auf einer Reise durch einige deutsche Provinzen, in Briefen*, Stendal, Franzen et Große, 1782.

Hülße Julius Ambrosius, *Die Sterblichkeitsverhältnisse in Leipzig, verglichen mit denen in Berlin, in den Belgischen Städten, in Königreiche Sachsen und in Frankreich*, Leipzig, Voss, 1839.

Hülße Julius Ambrosius, *Über die Berechnung von Beobachtungen durch die Methode der kleinsten Quadratsummen. Programm zu deram 5., 6. und 7 April 1841 erfolgenden Prüfung der Schüler der Gewerb- und Baugewerkenschule zu Chemnitz*, Leipzig, Brockhaus, 1841.

Hülße Julius Ambrosius, *Beschreibung und Berechnung eines Bremsversuches an einer oscillirenden Dampfmaschine. Programm zu der vom 28. zu 30. März 1844 zu haltenden Prüfung der Schüler der K. Gewerbeschule zu Chemnitz*, Leipzig, Brockhaus, 1844.

Hülße Julius Ambrosius, *Über Kranken- und Versorgungscassen für die weniger bemittelten Bevölkerungsclassen. Programm zu den am 10. 11. 12 und 13. März 1856 mit den Schülern der Königlichen polytechnischen Schule und der Königlichen Baugewerkeschule zu Dresden zu haltenden Prüfungen*, Dresde, Teubner, 1856.

Humboldt Wilhelm von, « Sur l'organisation interne et externe des établissements scientifiques supérieurs à Berlin », *in* Ferry Luc, Pesron Jean-Pierre, et Renaut Alain (dir.), *Philosophies de l'université*, Paris, Payot, 1979 [1809], pp. 323–329.

Illing Carl Christian, *Arithmetisches Vade Mecum*, Leipzig, Hilscher, 1793.

Jacobi Victor, *Nachrichten über das Gewerbeschulwesen in Preussen und Sachsen, auch Stuttgart, Nürnberg und Karlsruhe*, Leipzig, Wienbrack, 1842.

Jacobi Victor, « Bericht des Ausschusses sächsischer Gymnasiallehrer für Mathematik und Naturwissenschaften », *Neue Jahrbücher für Philologie und Pädagogik oder kritische Bibliothek für das Schul- und Unterrichtwesen*, 15 (1), pp. 485–495, 1849.

Jäger Philip Friedrich, *Anwendung der Lehre von den krummen Linien auf einige Gegenstände der Naturlehre*, Tübingen, Heerbrandt, 1782.

Jahn Gustav Adolf, *Wörterbuch der angewandten Mathematik, ein Handbuch zur Benutzung beim Studium und praktischen Betriebe derjenigen Wissenschaften, Künste und Gewerbe, welche Anwendungen der reinen Mathematik erfordern, zugleich als Fortsetzung des Klügel'schen Wörterbuchs der reinen Mathematik*, Leipzig, Reichenbach, 1855 [1845].

JSLA, *Magasin encyclopédique : ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts*, Paris, Aubin-Louis Millin de Grandmaison (éd.), 1792-1816.

Karsten Wenceslaus Johann Gustav, *Lehrbegriff der gesamten Mathematik, theil 5 : die Hydraulik*, Greifswald, Röse, 1770.

Karsten Wenceslaus Johann Gustav, *Auszug aus den Anfangsgründen und dem Lehrbegriffe der mathematischen Wissenschaften*, Greifswald, Röst, 1781.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, und Perspectiv. Der mathematischen Anfangsgründen ersten Theils erste Abtheilung*, Göttingen, Vandenhoek, 1758.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der angewandten Mathematik : Zweither Theil, Erste Abtheilung : Mecanische und optische Wissenschaften*, Göttingen, Vandenhoek, 1759a.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der angewandten Mathematik : Zweither Theil, Zweyte Abtheilung : Astronomie, Geographie, Chronologie und Gnomonik*, Göttingen, Vandenhoek, 1759b.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der Analysis endlicher Grössen*, Göttingen, Vandenhoek, 1760.

Kästner Abrahm Gotthelf, *Anfangsgründe der Analysis der Unendlichen*, Göttingen, Vandenhoek, 1761.

Kästner Abraham Gotthelf, *Einige Vorlesungen in der Königlichen deutschen Gesellschaft zu Göttingen gehalten*, Göttingen, Richter, 1768.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der Hydrodynamik, welche von der Bewegung des Wassers, besonders die praktischen Lehren enthalten*, Leipzig et Göttingen, Vandenhoek, 1769.

Kästner Abraham Gotthelf, *Astronomische Abhandlungen zu weiterer Ausführung der astronomischen Anfangsgründen Erste Sammlung*, Göttingen, Vandenhoek, 1772.

Kästner Abraham Gotthelf, *Astronomische Abhandlungen zu weiterer Ausführung der astronomischen Anfangsgründen, Zweite Sammlung*, Göttingen, Vandenhoek, 1774.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anmerkungen über die Markscheidekunst : Nebst einer Abhandlung von Höhenmessungen durch das Barometer*, Göttingen, Vandenhoek, 1775.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der angewandten Mathematik : Zweither Theil, Zweyte Abtheilung : Astronomie, Geographie, Chronologie und Gnomonik*, Göttingen, Vandenhoek, 1781.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, und Perspectiv. Der mathematischen Anfangsgründen ersten Theils erste Abtheilung*, quatrième édition, Göttingen, Vandenhoek, 1786a.

Kästner Abraham Gotthelf, *Fortsetzung der Rechenkunst in Anwendungen auf mancherley Geschäffte : die mathematischen Anfangsgründe ersten Theils zweyte Abtheilung*, Göttingen, Vandenhoek, 1786b.

Kästner Abraham Gotthelf, *Anfangsgründe der höhern Mechanik welche von der Bewegung fester Körper besonders die praktischen Lehren enthalten*, deuxième édition, Göttingen, Vandenhoek, 1793.

Katalog, *Katalog der Bibliothek der technischen Bildungsanstalt zu Dresden*, Dresde, Meinhold, 1843, (contient aussi un supplément sur la période 1843-1851, édité par Teubner).

Klügel Georg Simon, *Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie : nebst ihrer Anwendung auf praktische Rechnungen, das Feldmessen und die Markscheidekunst*, Berlin et Stettin, Nicolai, 1782.

Klügel Georg Simon, *Anfangsgründe der Astronomie : nebst der mathematischen Geographie, Schiffahrtskunde, Chronologie und Gnomnik*, Berlin et Stettin, Nicolai, 1793.

Klügel Georg Simon, *Mathematisches Wörterbuch oder Erklärung der Begriffe, Lehrsätze, Aufgaben und Methoden der Mathematik mit den nöthigen Beweisen und litterarischen Nachrichten begleitet*, Leipzig, Schwikert, 1803-1808.

Köchly Hermann, *Zur Gymnasialreform : Theoretisches und praktisches*, Dresden et Leipzig, Arnold, 1846.

Köchly Hermann, *Über das Prinzip des Gymnasialunterrichtes der Gegenwart und dessen Anwendung auf die Behandlung der grieschichen und römischen Schriftsteller*, Dresde et Leipzig, Arnold, 1849.

Kohl Friedrich Gottlob, *Einige Andeutungen über Projektionslehre in Bezug auf den Nutzen, welchen sie in Künsten und Gewerben ausübt. Programm zu der am 3. April 1837 erfolgenden Prüfung der Schüler der mittleren Gewerbschule zu Plauen*, Plauen, Wieprecht, 1837.

Köhler Alexander Wilhelm, « Nachricht von der Verfassung und Einrichtung bey der chursächsischen Bergacademie in Freyberg für Fremde und Einheimische », *Bergmännischer Kalender für das Jahr 1791*, pp. 66–125, 1791.

Krause Julius, *Anwendung einiger Lehrsätze von den Verhältnissen und Ausmessungen geometrischer Figuren auf practisch-geometrische Aufgaben über Ackerflächentheilung. Programm der königlichen Gewerb-Schule und Baugewerken-schule zu Zittau*, Zittau, Seyfert, 1846.

Kries Friedrich, *Lehrbuch der mathematischen Geographie*, Leipzig, Gröschen, 1814.

Krug Wilhelm Traugott, *System der Kriegswissenschaften und ihrer Literatur enzyklopädisch dargestellt : nebst zwei militärisch-politischen Abhandlungen*, Leipzig, Rein, 1815.

Königlich sächsische Gesellschaft (dir.), *Abhandlungen bei Begründung der Königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften am Tage der Zweihundertjährigen Geburtsfeier Leibnizens*, Leipzig, Weidmann, 1846.

Königlich sächsische Gesellschaft (dir.), *Berichte über die Verhandlungen der Königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig*, Leipzig, Weidmann, 1848.

La Caille Nicolas-Louis de et Scherffer Karl, *Lectiones Elementares Opticae*, Vienne, Trattner, 1757.

La Caille Nicolas-Louis de et Scherffer Karl, *Lectiones Elementares Mechanicae*, Vienne, Trattner, 1759.

Lambert Johann Heinrich, *Beiträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung*, Berlin, Realschule Verlag, 1765.

Lampadius Wilhelm August, *Anleitung zum Studium des Berg-Baues und Hüttenwesens auf der Berg-Akademie zu Freyberg für Ausländer*, Freiberg, Craz et Gerlach, 1820.

Landtags-Acten, *Zweite Abtheilung, die Protocolle der ersten Kammer enthaltend*, vol. 4, Dresde, Meinhold, 1834.

Landtags-Acten, *Landtags-Acten vom Jahre 1843, Beilagen zu den Protocollen der ersten Kammer*, « Bericht der dritten Deputation der ersten Kammer über die Petition des Mathematicus Hofmann zu Freiberg, die Errichtung eines Realgymnasiums auf Kosten des Staats betreffend », pp. 239–252, Dresde, 1843a.

Landtags-Acten, *Mittheilungen über die Verhandlungen des Landtags im Königreiche Sachsen während der Jahre 1842 und 1843, Erste Kammer*, Dresde, Teubner, 1843b.

Langsdorf Karl Christian von, *Arithmetische Abhandlungen über juristische, staats- und forstwirthschaftliche Fragen, Mortalität, Bevölkerung und chronologische Bestimmungen*, Heidelberg et Mannheim, Schwan et Götz, 1810.

Laplace Pierre-Simon de et Hauff Karl Friedrich, *Darstellung des Weltsystems, übersetzt von Johann Karl Friedrich Hauff*, Francfort-sur-le-Main, Varrentrap et Wenner, 1797.

Lebensversicherungs-Gesellschaft, *Königl. Sächs. bestätigte Lebensversicherungs-Gesellschaft zu Leipzig, eröffnet am 1. Januar 1831*, Leipzig, 1831, (prospectus).

Leipziger Zeitung, *Nachrichten vom Landtag : Außerordentliche Beilage zur Leipziger Zeitung*, 214e session de la seconde chambre, 2 avril 1834.

Lempe Johann Friedrich, *Briefe über verschiedene Gegenstände der Mathematik*, Francfort et Leipzig, Haug, 1780.

Lempe Johann Friedrich, *Erläuterung der Kästnerischen Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie*, Altenburg, Richter, 1781a.

Lempe Johann Friedrich, « Neue Methode, das Hauptstreichen eines Ganges zu finden », *Leipziger Magazin für Naturkunde, Mathematik und Ökonomie*, 1, pp. 187–201, 1781b.

Lempe Johann Friedrich, *Gründliche Anleitung zur Markscheidekunst*, Leipzig, Crusius, 1782.

Lempe Johann Friedrich, *Bergmännisches Rechenbuch*, Freiberg, Barthel, 1787.

Lempe Johann Friedrich, *Rechenbuch für diejenigen jungen Leute welche sich dem praktischen Bergwesen widmen*, Freiberg et Annaberg, Craz, 1790.

Leupold Jacob, *Theatrum Arithmetico-Geometricum, das ist : Schauplatz der Rechen- und Meßkunst, darinnen enthalten dieser beyden Wissenschaften nöthige Grund-Regeln und Handgriffe, als unterschiedliche Instrumente und Maschinen*, Leipzig, Zunkel, 1727.

Lindemann Friedrich, *Die wichtigsten Mängel des Gelehrtenschulwesens im Königreiche Sachsen nebst Anträge zu deren Verbesserungen*, Zittau et Leipzig, Birr et Nauwerk, 1834a.

Lindemann Friedrich, *Die Verhandlungen über den Entwurf eines Gesetztes die Organisation der Gelehrtenschulen betreffend in der ersten Kammer der hohen Ständeversammlung des Königreiches Sachsen*, Leipzig, Birr et Nauwerk, 1834b.

Lindemann Friedrich (dir.), *Programm der Königliche Gewerbeschule und Baugewerkenschule zu Zittau*, Zittau, Königliche Gewerbeschule, 1844.

Lindemann Friedrich, *Über Stellung und Bedeutung der sächsischen Gewerbschulen. Programm der königlichen Gewerb-Schule und Baugewerken-schule zu Zittau*, Zittau, Seyfert, 1845.

LMNMO, *Leipziger Magazin für Naturkunde, Mathematik und Ökonomie*, Hindenburg Carl Friedrich et Leske Nathanael Gottfried et Funk Christlieb Benedict (éd.), Leipzig et Dessau, Müller, 1781-1785.

LMRAM, *Leipziger Magazin für die reine und angewandte Mathematik*, Hindenburg Carl Friedrich et Bernoulli Jakob (éd.), Leipzig, Müller, 1786-1789.

Löhmann Friedrich, *Handbuch für juridische und staatwirthschaftliche Rechnungen : zum Gebrauche für alle Classen von Staats-Beamten, Juristen, Cameralisten, Theilnehmer an Assecurranz und Bankgeschäften, so wie für jeden Liebhaber der Rechenkunst*, Leipzig, Barth, 1829.

Lorenz Johann Friedrich, *Die Elemente der Mathematik in 6 Büchern. (1) Die Arithmetik, Geometrie und Analysis*, Leipzig, Müller, 1785.

Lorenz Johann Friedrich, *Die Elemente der Mathematik : Die angewandte Mathematik. (2.2) Astronomische Wissenschaften, nebst Beylagen zur Trigonometrie*, Leipzig, Müller, 1797.

Lorenz Johann Friedrich, *Lehrbegriff der Mathematik : Die gesammte Logistik, oder die Arithmetik, Syntaktik, Algebra und Analysis (1.2) : Die Syntactik*, Magdeburg, Keil, 1806.

LTS, *Lexicon der vom Jahr 1750 bis 1800 verstorbenen Teutschen Schriftsteller*, Leipzig, Meusel, 1802-1816.

Lüdicke Friedrich August et Fabre Jean-Antoine, *Herrn Fabre's Versuch über die Vortheilhafteste Bauart hydraulischer Maschinen und insbesondere der Getraidemühlen*, Leipzig, Schwickert, 1786.

Marbach Oswald, *Geometrische Formenlehre : zum Gebrauch auf Schulen und zum Selbstunterricht. Nebst Anhang, die Sätze der Elementargeometrie*, Leipzig, Hinrichs, 1846.

Mayer Johann Tobias, *Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie*, Göttingen, Vandenhoek, 1777.

Mayer Johann Tobias, Langsdorf Karl von, et Wolff Christian, *Neuer Auszug aus den Anfangsgründen aller mathematischen Wissenschaften mit nöthigen Veränderungen und Zusätzen*, Göttingen, Akademische Buchhandlung, 1797.

MB, *Magazin für die Bergbaukunde*, Lempe Johann Friedrich (éd.), Dresde, Walther, 1785-1799.

MC, *Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmels-kunde*, Zach Franz Xaver von (éd.), Gotha, Becker, 1800-1813.

MD, *Moniteur des dates, contenant un million de renseignements biographiques, généalogiques et historiques*, Oettinger Edouard-Marie (éd.), Dresde, Oettinger, 1866.

Meyer Karl Otto, *Entwickelung einiger elliptischen Funktionen. Programm zu den öffentlichen Prüfungen der Zöglinge des Vizthumschen Geschlechtsgymnasium und des Blochmannschen Gymnasial-Erziehungshauses am 26. und 27. März*, Dresde, Blochmann, 1847.

Michaelis Johann David, *Raisonnement über die protestantischen Universitäten in Deutschland*, Francfort et Leipzig, 1769-1770.

Michaelis Wilhelm Julius Hermann, *Über einige merkwürdige Puncte im Dreiecke. Einladungsschrift zu den halbjählichen Prüfungen der sechs Classen der Nicolaischule*, Leipzig, Staritz, 1833.

Michelsen Johann Andreas Christian, *Anleitung zur Buchstabenrechnung und Algebra auch für diejenigen welche der Gelegenheit zum mündlichen Unterrichte beraubt selbige durch eigenen Fleiß erlernen wollen*, Halle, Waisenhaus, 1786.

Michelsen Johann Andreas Christian, *Beyträge zur Beförderung des Studiums der Mathematik : insbesondere für Schullehrer und Praktiker*, Berlin, Akademie Verlag, 1790.

Ministerium, *Regulativ für die Gelehrtenschulen im Königreich Sachsen*, Dresde, Teubner, 1847.

Möbius August Ferdinand, *Der barycentrische Calcul, ein neues Hülfsmittel zur analytischen Behandlung der Geometrie dargestellt und insbesondere auf die Bildung neuer Classen von Aufgaben und die Entwicklung mehrerer Eigenschaften der Kegelschnitte angewendet*, Leipzig, Barth, 1827.

Möbius August Ferdinand, *Die Hauptsätze der Astronomie : zum Gebrauche bei seinen Vorlesungen für Gebildete zusammengestellt*, Leipzig, Göschen, 1836.

Möbius August Ferdinand, « Über die Berechnung des Reservefonds einer Lebensversicherungsgesellschaft », *in Gesammelte Werke*, vol. 4, Leipzig, Hirzel, 1887, pp. 647–658.

Monge Gaspard, *Géométrie descriptive*, Paris, Jacques Gabay, 1989 [1799].

MSTKS, *Mittheilungen des Statistischen Vereins für das Königreich Sachsen*, Leipzig, Vogel, à partir de 1830.

Mücke Johann Heinrich, *Elogium Gottlob Henrici Richteri, Scholae Grimanae Mathematici*, Leipzig, Solbrig, 1796.

MV, *Mittheilungen über die Verhandlungen des Landtags im Königreiche Sachsen während der Jahre 1842 und 1843, I. Kammer*, Dresde, Teubner, 1843.

NADB, *Allgemeine Deutsche Bibliothek (Neue Allgemeine Deutsche Bibliothek)*, Nicolai Friedrich (éd.), Berlin et Stettin, 1765-1806.

Naumann Carl Friedrich, « Über Lempe's Methode zur Bestimmung des Hauptstreichen », *Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde*, 4, pp. 210–217, 1832.

Niethammer Friedrich Immanuel, *Der Streit des Philanthropinismus und Humanismus in der Theorie des Erziehungs-Unterrichts unsrer Zeit*, Iéna, Frommann, 1808.

NND, *Neuer Nekrolog der Deutschen*, Schmidt Friedrich August (éd.), Ilmenau, Voigt, 1824-1854.

Nobbe Carl Friedlich August, *Godofredi Guilidmi L.B. de Leibniz Lipsiensis Kalendis iuliis A. MDCCCXLVI hora VIII mat. in Gymnasio Nicolaitano pie concelebranda rite indicit.*, Leipzig, Staritz, 1846.

Oppel Friedrich Wilhelm von, *Analysis Triangulorum*, Dresde et Leipzig, Breitkopf et Walther, 1746.

Oppel Friedrich Wilhelm von, *Anleitung zur Markscheidekunst nach ihrem Anfangsgründen und Ausübungen kürzlich entworfen*, Dresde, Walther, 1749.

Oppel Friedrich Wilhelm von, *Die Abtheilung der Gehölze in jährliche Gehaue : eine Rechnungsaufgabe*, Dresde, Walther, 1791 [1760].

Oppel Friedrich Wilhelm von et Kern Johann Gottlieb, *Bericht von Bergbau*, Leipzig, Crusius, 1772.

Palm Friedrich, *Geschichte der lateinischen Schule und des Gymnasium zu Plauen. Jahresbericht über das Gymnasium und die mit demselben verbundene Realschule zu Plauen auf das Schuljahr 1854-1855*, Plauen, Wiedprecht, 1855.

Peters Adolf, *Über das Studium der Mathematik auf Gymnasien : Ein Beitrag zur Beförderung einer gründlichen Einsicht in den Begriff, der Charakter, die Bedeutung und Lehrart dieser Wissenschaft*, Dresde, Hiller, 1828.

Peters Adolf, *Über die Nothwendigkeit der Einrichtung zweckmässiger mathematisch-naturwissenschaftlicher Lehrerbildungs-Anstalten an deutschen Universitäten. Jahresbericht über die Königl. Sächs. Landesschule zu Meissen*, Meißen, Klinkicht, 1854.

Petersen Georg Friedrich, *Versuch eines magazins für die Arithmetik*, Celle, Richter, 1785-1786.

Pfaff Carl (dir.), *Sammlung von Briefen gewechselt zwischen Johann Friedrich Pfaff und Herzog Carl von Würtenberg, F. Boutewek, A.v. Humboldt, A.G. Kästner und Anderen*, Leipzig, Hinrich, 1853.

Pfretzschner Christian Gottlieb, *Rückblicke auf die Entwickelung des Schulwesens im Königreich Sachsen. Jahresbericht über das Gymnasium zu Plauen Schuljahr 1848-1849*, Plauen, Schröter, 1849.

Prasse Moritz von, *Usus logarithmorum infinitinomii in theoria aequationum*, Leipzig, Rabenhorst, 1796.

Prasse Moritz von, *De Reticulis cryptographicis, scripsit et orationem d. 24 augusti 1799*, Leipzig, Tauchnitz, 1799.

Preßler, Maximilian Robert, « Vier Streitfragen aus der Land- und forstwirtschaftlichen Pädagogik », *Forstwirthschaftliches Jahrbuch*, 3 et 4, pp. 135–254 et pp. 246–395, 1845.

Preßler, Maximilian Robert, *Der rationelle Waldwirth und sein Waldbau des höchsten Ertrags : ein auf mehrfach neuen Grundsätzen und Methoden beruhender möglichst populär und praktisch gehaltener Rathgeber und Gehilfe zur Ein- und Durchführung einer richtigern und rentablern Holzproduction*, Dresde, Türk, 1858.

Preusker Karl, *Andeutungen über Sonntags- , Real- und Gewerbeschulen, Cameralstudium, Bibliotheken Verein und andere Förderungsmittel des Gewerbefleißes und allgemeiner Volksbildung*, Leipzig, Hartmann, 1835.

RA, *Der Reichs-Anzeiger, oder allgemeines Intelligenz-Blatt zum Behuf der Justiz, der Polizei und der bürgerlichen Gewerbe im Deutschen Reiche, wie auch zum öffentlichen Unterhaltung der Leser über gemeinnützige Gegenstände aller Art*, Hennicke Johann Friedrich (éd.), Gotha, Becker, 1791-1806.

Reichenbach Ludwig et Richter Eberhardt, *Der naturwissenschaftliche Unterricht auf Gymnasien ; mit besonderer Rücksicht auf Zustände im Königreiche Sachsen*, Dresde et Leipzig, Arnold, 1847.

Reum Johann Adam, *Grundlehren der Mathematik für angehenden Forstmänner*, 2 volumes, Dresde, Arnold, 1823-1824.

Richter Wilhelm Theodor, *Codex des im Königreiche Sachsen geltenden Kirchen- und Schul-Rechts mit Einschluß des Rechts der frommen Stiftungen und der Ehe*, Ministerium des Kultus und Öffentlichen Unterrichts, Leipzig, Tauschnitz, 1840.

Rößler Balthasar, *Speculum metallurgiae politissimum, oder, Hell-polierter Berg-Bau-Spiegel*, Dresde, Winckler, 1700.

Rothe Heinrich August, « Descriptio duarum fistucarum ad palos sub angulis abliquis in terram adigendos », *Acta Societatis Jablonovianae Nova*, 1, pp. 203–228, 1802.

Rothe Heinrich August, *Theorie der combinatorischen Integrale, erfunden, dargestellt, und mit mehrern Anwendungen auf die Analysis versehen*, Nuremberg, Riegel et Wießner, 1820.

Rüdiger Christian Friedrich, *Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels : für jede Klasse von Lesern*, Leipzig, Müller, 1786.

Rüdiger Christian Friedrich, *Handbuch der rechnenden Astronomie : Praktische Anweisung zur Berechnung ebener und sphärischer Dreiecke durch Aufgaben aus der Astronomie*, vol. 2, Leipzig, Müller, 1799.

Rüdiger Christian Friedrich, *Handbuch der rechnenden Astronomie : Praktische Anweisung Zur Berechnung Der Mit Hadleyischen Spiegel-Sextanten Angestellten Beobachtungen Am Himmel*, vol. 3, Leipzig, Müller, 1802.

Rüdiger Christian Friedrich, *Gemeinfassliche Anleitung zur Kenntniss des Himmels, der Erde und der Zeitrechnung, auch zur Verzeichnung regulärer Sonnenuhren*, Leipzig, Crusius, 1805.

Rüdiger Karl August, *Über die Verbindung der Sprach- und Realwissenschaften auf Gelehrtenschulen. Andeutungen und Wünsche*, Freiberg, Engelhardt, 1833.

Rühlmann Christian Moritz, *Die horizontalen Wasserräder und besonders die Turbinen oder Kreiselräder, ihre Geschichte, Construction und Theorie*, Chemnitz, Gewerbeblatt für Sachsen, 1840.

SCAA, *Sammlung combinatorisch-analytischer Abhandlungen*, Hindenburg Carl Friedrich (éd.), Leipzig, Fleischer, 1796-1800.

Schaffrath Wilhelm Michael, *Codex Saxonicus : Chronologische Sammlung der gesammten praktisch-gültigen Königlich Sächsischen Gesetze, von den ältesten Zeiten, vom Jahre 1255 bis zum Schlusse des Jahres 1840*, vol. 1, Leipzig, Reclam, 1842.

Schellig Karl Friedrich, *Neue Eingenschaften der Vielecke*, Dresde, Gerlach, 1802.

Schellig Karl Friedrich et Markendorf Johann Benjamin, *Forstfragen als Entwickelungen und Beyträge zur Abtheilung der Gehölze in jährliche Gehaue*, Leipzig, Breitkopf, 1799.

Schenker Theodor, *Beiträge zur Visirkunst*, Chemnitz, Kretschmar, 1838.

Schlieben Wilhelm Ernst August von, *Die Elemente der reinen Mathematik, erläutert durch Beispiele aus des Naturlehre, Statistik und Technologie*, 2 volumes, Leipzig et Altenberg, Brockhaus, 1817.

Schlömilch Oskar, *Handbuch der algebraischen Analysis*, Iéna, Fromann, 1845.

Schlömilch Oskar Xaver, *Compendium der höheren Analysis*, Brauschweig, Vieweg, 1853.

Schoedler Friedrich, *Die höheren technischen Schulen nach ihrer Idee und Bedeutung dargestellt und erläutert durch die Berschreibung der höheren technischen Lehranstalten zu Augsburg, Braunschweig, Carlsruhe, Cassel, Darmstadt, Dresden, München, Prag, Stuttgart und Wien*, Braunschweig, Vieweg, 1847.

Scholze Christian Achmed, *Humanismus und Realismus im höhern Schulwesen Sachsens während der Jahre 1831-1851. Osterprogramm der städtische Realschule 1894*, Plauen, Neupert, 1894.

Schopenhauer Arthur, *Aus Arthur Schopenhauer's handschriftlichem Nachlass : Abhandlungen, Anmerkungen, Aphorismen und Fragmente*, Leipzig, Brockhaus, 1864.

Schreyer Eduard, *Supplement zum Codex des im Königreiche Sachsen geltenden Kirchen- und Schulrechts*, Ministerium des Kultus und Öffentlichen Unterrichts, Leipzig, Tauchnitz, 1852.

Schubert Johann Andreas, *Andeutungen über Dampfschiffahrt auf der obern Elbe. Programm zu den am 27., 28. und 29. März 1836 erfolgenden Prüfungen der Schüler der technischen Bildungsanstalt zu Dresden*, Dresde, Königliche Hofbuchdruckerei, 1836.

Schubert Johann Andreas, *Versuch einer neuen Bregründung der Grundlehren der Mechanik. Programm zu den am 19. 20. 21. 22. und 23. März 1842 der technischen Bildungsanstalt zu Dresden anzustellenden Prüfungen*, Dresde, Teubner, 1842.

Schulordnung, *Erneuerte Schulordnung für die Chur-Sächsischen drey Fürsten- und Landschulen, Meißen, Grimma und Pforta*, Dresde, Gerlach, 1773.

Schulordnung, *Fortsetzung des im Jahre 1773. edirten Corporis Juris Ecclesiastici Saxonici*, Dresde, Walther, 1784.

Schulze Gottlob Leberecht, *Lehrbuch der Astronomie für Schulen und zum Selbst-Unterricht für gebildete Naturfreunde*, Leipzig et Sorau, Fleischer, 1821.

Schulze Gottlob Leberecht, *Die vorzüglichsten Gegenstände des Landeschulwesens und der Verbesserung desselben, mit besonderer Rücksicht auf die Königlichen Sächsischen Oberlausitz*, Dresde, 1826.

Schulze Johann Carl, *Taschenbuch für diejenigen so gründliche Anwendungen der Messkunst zu machen sich vorsetzen, insbesondere aber zum Gebrauch meiner Vorlesungen Abgefasset : Erstes Heft, welches die niedere Meßkunst enthält*, Berlin, Mylius, 1782.

Sebas Christian Ludwig, *Vollständige und systematische Anleitung zur Rechnungswissenschaft, als Grundlage zur bestimmteren Anwendungen auf Handlungs- und Kameralwissenschaften, zum Gebrauch für höhere Schulen und Gymnasien, und zum Selbstunterricht*, Leipzig, Richter, 1802.

Segner Johann Andreas von, *Cursus Mathematicus, 1 : Elementa Arithmeticae Geometriae Et Calculi Geometrici*, Magdeburg, Renger, 1756.

Seyffert Christian Ehrenfried, *Bibliotheca Metallica, Oder Bergmännischer Bücher-Vorrath*, Leipzig, Zunkel, 1728.

Sigorgne Pierre et Boeck Auguste Friedrich, *Praelectiones astronomiae Newtonianae, ad usum studiosae juventutis, Ab ipso auetore plurimum avetas et emendatas*, Tübingen, Cotta, 1769.

Snell Carl Christian, *Über zweck und Einrichtung eines Realgymnasiums, ein Programm durch welches zu den am 28., 29., und 30 August 1834 zu haltenden öffentlichen Prüfungen der Zöglinge des Vizthum'schen Geschlechtsgymnasium und der Blochmann'schen Erziehungs Anstalt im Namen des Directors und der Collegen hochachtungsvoll einladet*, Dresde, Arnold, 1834.

Snell Karl, *Philosophische Betrachtungen der Natur*, Dresde, Fleischer, 1839.

Snell Karl, *Lehrbuch der Geometrie für Schulen und zum Selbstunterricht*, Leipzig, Brockhaus, 1841.

Stahl Conrad Dietrich Martin, *Einleitung in das Studium der Combinationslehre : nebst einem Anhange über die Involutionen und deren Anwendung auf die continuirlichen Brüche*, Iéna, Gabler, 1801.

Stallbaum Gottfried, *Die Thomasschule zu Leipzig nach dem allmäligen Entwickelungsgange ihrer Zustande, insbesondere ihres Unterrichtswesen*, Leipzig, Staritz, 1839.

Süßmilch Johann Peter, *Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts*, Berlin, Spener, 1741.

Swinden Jan Hendrik van, *Positiones Physicae*, Harderwyck, Kastel, 1786.

TBA, *Programm zu den öffentlich anzustellenden Prüfungen der Schüler der technischen Bildungsanstalt und der Baugewerken-Schule zu Dresden*, Dresde, Teubner, à partir de 1828.

Thiersch Friedrich, *Über gelehrte Schulen : mit besonderer Rücksicht auf Bayern*, Stuttgart et Tübingen, Cotta, 1826.

Töpfer Heinrich August, *Combinatorische Analytik und Theorie der Dimensionszeichen in Parallele gestellt*, Leipzig, Crusius, 1793.

Trebra Friedrich Wilhelm Heinrich von, *Observations de M. De Trébra, sur l'intérieur des montagnes, précédées d'un plan d'une histoire générale de la minéralogie*, Paris et Strasbourg, Didot et Treuttel, 1787.

Trebra Friedrich Wilhelm Heinrich von, *Bergmeister-Leben und Wirken in Marienberg 1767-1779*, Freiberg, Craz et Gerlach, 1818.

Versicherungsanstalt zu Dresden, *Statuten der Sächsischen Renten-Versicherungsanstalt zu Dresden*, Dresde, Teubner, 1841.

Viehbahn Georg von (dir.), *Ämtliches Verzeichniß der aus dem Deutschen Zollverein und Norddeutschland zur Industrie-Austellung aller Völker in London eingesandten Gegenstände*, Berlin, Decker, 1851.

Vierenklee Johann Ehrenfried, *Mathematische Anfangsgründe der Arithmetik und Geometrie, in so ferne solche denjenigen, die sich dem höchstnöthigen Forstwesen auf eine vernünftige und gründliche Weise widmen wollen, zu wissen nöthig sind*, Leipzig, Reich, 1767.

Vogel Johann Karl Christian, *Erste Nachricht über die beabsichtigte Organisation des Bürge-Schulwesen der Stadt Leipzig. Womit zu der am 26. März u. d. folg. Tage zu haltenden öffentlichen Prüfung der Schüler der Bürgerschule alle Gönner und Freunde dieser Anstalt geziemend einladet*, Leipzig, Teubner, 1833.

Vogel Johann Karl Christian, *Kurze Verständigung über die Idee und die Einrichtung einer höheren Bürger- oder Realschule für Knaben, und einer höheren Töchterschule, nach den Bedürfnissen der Stadt Leipzig*, Leipzig, Vogel, 1834.

Vogel Johann Karl Christian, *Kurze Geschichte der städtischen Realschule zu Leipzig. Programm der Realschule zu Leipzig 1860*, Leipzig, Nies, 1860.

Voigtel Nikolaus, *Geometria Subterranea oder Markscheide-Kunst*, Eisleben, Dietzel, 1686.

Wagner Johann Jakob, *Von der Natur der Dinge*, Leipzig, Breitkopf et Härtel, 1803.

Wagner Johann Jakob, *Mathematische Philosophie*, Erlangen, Johann Jakob Palm, 1811.

Weber Carl Gottlieb von, *Systematische Darstellung des Kirchen-Privatrechts im Königreiche Sachsen nach den neueren Gesetzen und Verordnungen*, vol. 1, Leipzig, Hartknoch, 1845.

Weidler Johann Friedrich et Fuchsthaler Niklas, *Anleitung zur unterirdischen Meß- oder Markscheidekunst*, Vienne, Trattner, 1765.

Weingärtner Johann Christoph, *Lehrbuch der combinatorischen analysis nach der theorie des Herrn Professor Hindenburg*, Leipzig, Fleischer, 1800.

Weisbach Julius, « Beurtheilung der Fehler beim Markscheiden mittelst der gewöhnlichen Instrumente », *Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften*, 4, pp. 24–54, 1837.

Weisbach Julius, « Bestimmung des Hauptstreichens und Hauptfallens von Lagerstätten », *Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde*, 14, pp. 159–174, 1840.

Weisbach Julius, *Die neue Markscheidekunst und ihre Anwendung auf bergmännische Anlage. Erste Abtheilung : die trigonometrischen und Nivellir-Arbeiten über Tage, sowie die Anwendung auf die Anlage des Rothschönberger Stollns*, Braunschweig, Vieweg, 1851.

Weisbach Julius, *Die neue Markscheidekunst und ihre Anwendung auf bergmännische Anlage. Zweite Abtheilung : die trigonometrischen und Nivellir-Arbeiten unter Tage, sowie die räumlichen Aufnahme über Tage, nebst Anwendung auf die Anlage des Adolphs-Stollns bei Siebenlehns in Sachsen*, Braunschweig, Vieweg, 1859.

Wolff Christian, *Die Anfangsgründe aller Mathematischen Wissenschaften : Welcher Einen Unterricht von der Mathematischen Lehrart / die Rechenkunst / Geometrie / Trigonometrie / und Baukunst in sich enthält / und zu mehrerem Auffnehmen der Mathematick so wohl auff hohen als niedrigen Schulen auffgesetzet worde*, Magdeburg, Renger, 1710.

Wolff Christian, *Auszug aus den Anfangs-Gründen aller mathematischen Wissenschaften zu bequemerem Gebrauche der Anfänger : Auf Begehren verfertiget*, Halle, Renger, 1713.

Wolff Christian, *Die Anfangsgründe aller Mathematischen Wissenschaften : Letzter Theil (4) Welcher so wohl die gemeine Algebra als die Differential und Integral-Rechnung enthält*, Halle, Renger, 1717.

Wolff Christian, *Vollständiges Mathematisches Lexicon*, Leipzig, Gleditsch, 1747.

Wünsch Christian Ernst, *Kosmologische Unterhaltungen für die Jugend*, Leipzig, Breitkopf, 1778.

Zach Franz Xaher von, *Tabulae speciales aberrationis et nutationis in ascensionem rectam et in declinationem ad supputandas stellarum fixarum positiones sive apparentes sive veras : una cum insigniorum CCCCXCIV stellarum zodiacalium catalogo novo in specula astronomica Ernestina ad initium anni MDCCC constructo, cum aliis tabulis eo spectantibus*, Gotha, Becker, 1807.

Zimmermann Carl Friedrich, *Ober-Sächsische Berg-Academie, in welcher die Bergwercks-Wissenschaften nach ihren Grund-Wahrheiten untersucher, und nach ihrem Zusammenhange entworfen werden*, Dresde et Leipzig, Hekel, 1746.

ZMP, *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, Leipzig, Teubner, à partir de 1856.

Bibliographie secondaire

ADB, *Allgemeine Deutsche Biographie,* Historische Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, vol. 1-45, Leipzig, Duncker et Humblot, 1875-1912.

Arndt Hans Werner, *Methodo scientifica pertractatum : mos geometricus und Kalkülbegriff in der philosophischen Theorienbildung des 17. und 18. Jahrhunderts*, Berlin et New York, De Gruyter, 1971.

Baasner Rainer, *Rainer Baasner, Abraham Gotthelf Kästner, Aufklärer (1719-1800)*, Tübingen, Niemeyer, 1991.

Barsch Wolfgang, Sennewald Rainer, et Symmangk Ronald, *Der Bericht des Johann Jacob Heinrich Weiß über den Altenberger Zinnbergbau aus dem Jahre 1792. Zur Ausbildung und Berufslaufbahn des Oberhüttenverwalters Johann Jacob Heinrich Weiß (1769-1824), in Akten und Berichte vom sächsischen Bergbau*, vol. 49, Kleinvoigtsberg, Kugler, 2008.

Baumgärtel Hans, « Julius Weisbach und die Einführung der “neuen Markscheidekunst” in die Praxis », *Bergakademie - Zeitschrift für Bergbau, Hüttenwesen und verwandte Wissenschaften*, 13 (1), pp. 371–377, 1961.

Baumgärtel Hans, *Bergbau und Absolutismus : der sächsische Bergbau in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts und Maßnahmen zu seiner Verbesserung nach dem Siebenjährigen Kriege*, *in Freiberger Forschunshefte, Kultur und Technik*, vol. D44, Leipzig, Akademie Verlag, 1963.

Baumgärtel Hans, *Von Bergbüchlein zur Bergakademie : Zur Entstehung der Bergbauwissenschaften zwischen 1500 und 1765/1770*, *in Freiberger Forschunshefte, Kultur und Technik*, vol. D50, Berlin, Akademie Verlag, 1965.

Begehr Heinrich (dir.), *Mathematik in Berlin, Geschichte und Dokumentation*, Aachen, Shaker, 1998.

Belhoste Bruno, « Pour une réévaluation du rôle de l'enseignement dans l'histoire des mathématiques », *Revue d'histoire des mathématiques*, 4 (2), pp. 289–304, 1998.

Bély Lucien et Dartois-Lapeyre Françoise (dir.), *Les circulations internationales en Europe (1680-1780)*, Paris, Presses de l'université Paris-Sorbonne, 2011.

Ben-David Joseph et Collins Randall, « Les facteurs sociaux dans la genèse d'une nouvelle science. Le cas de la psychologie », *in Éléments d'une sociologie historique des sciences*, Paris, Presses Universitaires de France, 1991, pp. 65–92.

Bergakademie (dir.), *Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Königlichen Sächsischen Bergakademie zu Freiberg am 30. Juli 1866*, Freiberg, Craz et Gerlach, 1866.

Berhardt Wilhelm, *Philipp Melanchthon als Mathematiker und Physiker*, Wittenberg, Verlag für Heimatskunde, 1865.

Beust Freiherr von, « Über den Einfluß der wissenschaftlichen Entwicklung in den 100 letzten Jahren auf das Berg- und Hüttenwesen », *in Die Fortschritte der Berg- und Hüttenmänischen Wissenschaften in den letzten hundert Jahren : als zweiter Theil der Festschrift zum Hundertjährigen Jubiläum*, Freiberg, Craz et Gerlach, 1867.

Biermann Kurt-Reinhard, « Über die Förderung deutscher Mathematiker durch Alexander von Humboldt », *in Alexander von Humboldt. Gedenkschrift zur 100. Wiederkehr seines Todestages*, Berlin, Akademie Verlag, 1959, pp. 83–159.

Biermann Kurt-Reinhard, *Die Mathematik und ihre Dozenten an der Berliner Universität 1810-1920, Stationen auf dem Wege eines mathematischen Zentrums von Weltgeltung*, Berlin, Akademie Verlag, 1973.

Biermann Kurt-Reinhard, *Alexander von Humboldt, vier Jahrzehnte Wissenschaftsförderung. Briefe an das preußische Kultusministerium 1818-1859*, Berlin, Akademie Verlag, 1985.

Bischoff Ernst Friedrich, *Das Lehrerkollegium des Nicolaigymnasiums in Leipzig 1816-1896/7. Jahresbericht des Nicolaigymnasiums in Leipzig als Einladungsschrift zur Feier des Hundertjährigen Geburtstages Sr. Maj. des Hochseligen Kaiser Wilhelm I*, Leipzig, Dürr, 1897.

Boudewijnse Geert-Jan, Murray David, et Bandomir Christina, « Herbart's mathematical psychology », *History of Psychology*, 2 (3), pp. 163–193, 1999.

Boudewijnse Geert-Jan, Murray David, et Bandomir Christina, « The fate of Herbart's mathematical psychology », *History of Psychology*, 4 (2), pp. 107–132, 2001.

Braun Heinrich, *Geschichte der Lebensversicherung und der Lebensversicherungstechnik*, *in Veröffentlichungen des Deutschen Vereins für Versicherungswissenschaft*, Berlin, Duncker et Humblot, 1963 [1925].

Brown John Croumbie, *Schools of forestry in Germany, with addenda relative to a desiderated British national school of forestry*, Edimbourg, Oliver et Boyd, 1887.

Brunner Hans, *Die sächsische Landesaufnahmen von 1780 bis 1825*, *in Atlas zur Geschichte und Landeskunde von Sachsen*, H 12.1, Leipzig et Dresde, Verlag der Sächsischen Akademie der Wissenschaft zu Leipzig, 2005.

Bullynck Maarten, « The Transmission of Numeracy : Integrating Reckoning in Protestant North-German Elementary Education (1770-1810) », *Paedagogica Historicae*, 44 (5), pp. 1–23, 2008.

Bullynck Martin, « Stages towards a German mathematical Journal (1750-1800) », 2010, http ://www.kuttaka.org/Bullynck_MathJournal.

Bullynck Marteen, « Être "mathématicien" en Allemagne autour de 1800. Esquisse d'une typologie », *Séminaire d'Histoire des Mathématiques de l'université Lille 1*, 2012, http ://lille1tv.univ-lille1.fr/collections/video.aspx ?id=1ba6a754-e535-4d34-ac22-b808e6470147.

Collectif, *Tharandter Jahrbuch : zugleich Festschrift zum 50 jährigen Jubiläum der Akademie*, Leipzig, Arnold, 1866.

Collectif, *Bergakademie Freiberg : Festschrift zu ihrer Zweihundertjahrfeier am 13. Nov. 1965*, Leipzig, Verlag für Grundstoffindustrie, 1965.

Collectif, *Königliche Gewerbeschule Chemnitz 1836, Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt 1986 : zur Geschichte der Ingenieurausbildung in einer traditionsreichen Stadt des Maschinenbaus und der Revolutionären Arbeiterbewegung*, Chemnitz, Teubner, 1986.

Cunningham Andrew et Jardine Nicholas (dir.), *Romanticism and the Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

Czok Karl (dir.), *Wissenschafts- und Universitätsgeschichte in Sachsen im 18. und 19. Jahrhundert : Nationale und Internationale Wechselwirkung und Ausstrahlung : Beiträge des internationalen Kolloquiums zum 575. Jahr der Universitätsgründung am 26. und 27. November 1984 in Leipzig*, vol. 71 (3) *in Abhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Philologisch-historische Klasse*, Berlin, Akademie Verlag, 1987.

Daston Lorraine, *Classical probability in the Enlightenment*, Princeton, Princeton University Press, 1995.

Décultot Élisabeth, « La réception française du modèle universitaire allemand à l'époque napoléonienne. L'exemple de l'université de Göttingen », *in* Knopper Françoise et Mondot Jean (dir.), *L'Allemagne face au modèle français de 1789 à 1815*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2008, pp. 239–259.

Dhombres Nicole et Jean, *Naissance d'un pouvoir : sciences et savants en France (1793-1824)*, Paris, Payot, 1989.

Dobbert Eduard, *Bauakademie, Gewerbeakademie und technische Hochschule bis 1884, in Chronik der Königlichen technischen Hochschule zu Berlin, 1799-1899*, Berlin, Ernst, 1899.

DSB, *Dictionary of Scientific Biography*, 16 volumes, New-York, Charles Scribner's Sons, 1970-1980.

Durand-Richard Marie-José, « Mathématiques, autorité et pensée critique », *in Les mathématiques dans la cité*, Paris, Presses Universitaires de Vincennes, 2006, pp. 155–169.

Durner Manfred, « Schellings Begegnung mit den Naturwissenschaften in Leipzig », *Archiv für Geschichte der Philosophie*, 72 (2), pp. 220–236, 1990.

Dym Warren, « Scholars and Miners : Dowsing and the Freiberg Mining Academy », *Technology and Culture*, 49 (4), pp. 833–859, 2008.

Eccarius Wolfgang, *Der Techniker und Mathematiker A.L. Crelle und sein Beitrag zur Förderung und Entwicklung der Mathematik im Deutschland des 19. Jahrhunderts*, Thèse de doctorat, Université de Leipzig, 1974.

Eccarius Wolfgang, « August Leopold Crelle als Herausgeber des Crelleschen Journals », *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 286-287, pp. 5–25, 1976.

Eccarius Wolfgang, « Die wissenschaftliche Gemeinschaft der Mathematiker im Deutschland des 19. Jahrhunderts (Bemerkungen zu einer wünschenswerten deskriptiven Statistik) », *Rostocker Wissenschaftliche Manuskripte*, 5 (1), pp. 59–68, 1980.

Eccarius Wolfgang, « Urteile von Zeitgenossen über August Ferdinand Möbius (1790-1868) im Zusammenhang mit seiner geplanten Berufung an der Universität Jena », *Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogische Hochschule Dr. Th. Neubauer*, 22 (1), pp. 37–48, 1986.

Eccarius Wolfgang, *Mathematik und Mathematikunterricht im Thüringen des 19. Jahrhunderts. Eine Studie zum Alltag einer Wissenschaft zwischen 1800 und 1915*, Thèse de doctorat, Pädagogische Hochschule Erfurt, 1987.

Ehrhardt Caroline, « Histoire sociale des mathématiques », *Revue de synthèse*, 131 (6e série, num. 4), pp. 489–493, 2010.

Espagne Michel et Werner Michael, *Transferts : les relations interculturelles dans l'espace franco-allemand (XVIIIe-XIXe siècle)*, Paris, ADFP, 1988.

Eulenburg Franz, *Die Frequenz der deutschen Universitäten von ihrer Gründung bis zur Gegenwart*, Berlin, Akademie Verlag, 1994 [1904].

Eulenburg Franz, *Die Entwicklung der Universität Leipzig in den letzten hundert Jahren : statistiche Untersuchungen*, Leipzig, Hirzel, 1995 [1909].

Fabbianelli Faustino, « Ein unbekanntes Gutachten von Schelling aus dem Jahre 1804 », *Internationales Jahrbuch des deutschen Idealismus*, 6, pp. 301–310, 2008.

Faller Gustav, *Gedenkbuch zur hundertjährigen gründung der Königl. ungarischen Berg- und Forstakademie in Schemnitz 1770-1870*, Schemnitz, Joerger, 1871.

Flöter Jonas, *Eliten Bildung in Sachsen und Preussen : die Fürsten- und Landesschulen Grimma, Meissen, Johachimsthal und Pforta (1868-1933)*, Cologne et Weimar, Böhlau, 2009.

Friedensburg Walter, *Geschichte der Universität Wittenberg*, Halle, Niemeyer, 1917.

Friedrich Oskar, *Über die erste Einführung und allmähliche Erweiterung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts am Gymnasium zu Zittau*, 1886.

Frijhoff Willem, « Surplus ou déficit ? Hypothèses sur le nombre réel des étudiants en Allemagne à l'époque moderne (1576-1815) », *Francia Forschungen zur westeuropäischen Geschichte*, 7, pp. 173–218, 1979.

Gandouly Jacques, *Pédagogie et enseignement en Allemagne de 1800 à 1945*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 1997.

Gericke Helmuth, *Zur Geschichte der Mathematik an der Universität Freiburg Im Breisgau*, Freiburg, Eberhard, 1955.

Girlich Hans Joachim, *Über Wege zu ersten mathematischen Fachzeitschriften in Europa*, Leipzig, Fakultät für Mathematik und Informatik, 2009, http ://www.math.uni-leipzig.de/preprint/, Version corrigée d'un exposé tenu lors des journées « Wissenschaftskommunikation in Europa im 18. und 19. Jahrhundert » de l'*Akademie gemeinnütziger Wissenschaften* d'Erfurt, 6/12/2008.

Girlich Hans-Joachim et Schlote Karl-Heinz, *Die Entwicklung der Mathematik an der Universität Leipzig*, Leipzig, Fakultät für Mathematik und Informatik, 2007, http ://www.math.uni-leipzig.de/preprint/.

Gispert Hélène, « Une comparaison des journaux français et italiens dans les années 1860-1875 », *in* Goldstein Catherine, Gray Jeremy, et Ritter Jim (dir.), *L'Europe Mathématique, Histoires, Mythes, Identités*, Paris, Maison des sciences de l'Homme, 1996, pp. 389–406.

Gispert Hélène, « Les débuts de l'histoire des mathématiques sur les scènes internationales et le cas de l'entreprise encyclopédique de Felix Klein et Jules Molk », *Historia Mathematica*, 26 (4), pp. 344–360, 1999.

Gispert Hélène, « Traités et manuels : influences croisées des sphères sociales, scolaires et académiques dans les sciences », *in* Viennot Laurence (dir.), *Didactique, épistémologie et histoire des sciences : penser l'enseignement*, Paris, Presses Universitaires de France, 2008, pp. 257–279.

Goetz Dorothea, « Naturwissenschaftliche Aspekte der deutschen Aufklärung : Zur naturwissenschaftlichen Bildung an den Universitäten », *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte*, 2, pp. 99–120, 1974.

Goldstein Catherine, « Sur la question des méthodes quantitatives en histoire des mathématiques : le cas de la théorie des nombres en France (1870-1914) », *Acta historiae rerum naturalium nec non technicarum*, 28 (3), pp. 187–214, 1999.

Goldstein Catherine, « Sur quelques pratiques de l'information mathématique », *Philosophia scientiae*, 5 (2), pp. 125–160, 2001.

Günther Siegmund, *Lehrbuch der Determinanten-Theorie für Studirende*, Erlangen, Besold, 1877.

Halleux Robert, « Les origines de la notion de politique scientifique en Europe. Introduction générale », *Bulletin du Centre de recherche du château de Versailles*, http ://crcv.revues.org/11433 ; DOI : 10.4000/crcv.11433, 2011.

Hansch, *Geschichte des Königlich Sächsischen Ingenieur- und Pioner-Korps*, Dresde, Selbstverlag des Bataillons, 1898.

Hänseroth Thomas, « Von der "Bevöstigung" zur Eisenbahn : Der sächsische Ingenieurcorps und seine Ausbildung im 18. und frühen 19. Jahrhundert », *Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt*, 7, pp. 131–141, 1998.

Hänseroth Thomas, « Die Konstruktion "verwissenschaftlichter" Praxis : Zum Aufstieg eines Paradigmas in den Technikwissenschaften des 19. Jahrhunderts », *in Wissenschaft und Technik : Studien zur Geschichte der TU Dresden*, Dresde, Bohlau Verlag, 2003, pp. 15–37.

Hascher Michael, Luther Stephan, et Szoelloesi Dagmar, *Sachsen in der Wissenschafts- und Technikgeschichte : Festschrift für Friedrich Naumann*, Freiberg, Technische Universität Bergakademie Freiberg, 2005.

Heiner Klaus, *Moritz Wilhelm Drobisch*, Mémoire de la section de mathématiques de la Karl-Marx-Universität Leipzig, non publié, 1973.

Hensel Susann, *Mathematik und Technik im 19. Jahrhundert in Deutschland*, Göttingen, Vandenhoek et Ruprecht, 1989.

Herrmann Walther, *Bergbau und Kultur : Beiträge zur Geschichte des Frieberger Bergbaus und der Bergakademie*, *in Freiberger Forschunshefte, Kultur und Technik*, vol. D2, Berlin, Akademie Verlag, 1953.

Heym Karl, *Zur Geschichte des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichtes an Gymnasien, insbesondere an der Thomasschule in Leipzig. Programm der Thomasschule in Leipzig für das Schuljahr 1872-1873*, Leipzig, Edelmann, 1873.

Hobsbawm Eric, *L'ère des révolutions, 1789-1848*, Paris, Fayard, 1969 [1962].

Hülße Julius Anmbrosius, *Die Königliche polytechnische Schule (technische Bildungsanstalt) zu Dresden während der ersten 25 Jahre ihres Wirkens*, Dresde, Schönefeld, 1853.

Ilgauds Hans-Joachim, « Karl Friedrich Heym : von der Astronomie zum Versicherungswesen », *Beiträge zur Astronomiegeschichte*, 8, pp. 181–184, 2003.

Ilgauds Hans-Joachim et Münzel Gisela, *Die Leipziger Universitätssternwarten auf der Pleißenburg und im Johannistal. Astronomische Schulen von Weltruf*, Beucha, Sax-Verlag, 1995.

Jahnke Hans Niels, « Origins of school mathematics in early nineteenth century Germany », *Journal of Curriculum Studies*, 18, pp. 85–94, 1986.

Jahnke Hans Niels, *Mathematik und Bildung in der Humboldtschen Reform*, *in Studien zur Wissenschaft-, sozial- und Bildungsgeschichte der Mathematik*, vol. 8, Göttingen, Vandenhoek et Ruprecht, 1990.

Jahnke Hans Niels et Otte Michael (dir.), *Epistemological and Social Problems of the Sciences in the Early Nineteenth Century*, Londres, Reidel, 1981.

JBH, *Jahrbuch für Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen*, Freiberg, Craz et Gerlach, 1875-1916.

Jeismann Karl-Ernst et Lundgreen Peter (dir.), *Handbuch der deutschen Bildungsgeschichte. Band III, 1800-1870. Von der Neuordnung Deutschlands bis zur Gründung des Deutschen Reiches*, Munich, C.H. Beck, 1987.

Jobst Wolfgang et Schellhas Walter, *Abraham von Schönberg - Leben und Werk. Die Wiederbelebung des Erzgebirgischen Bergbaus nach dem dreißigjährigen Krieg durch Oberghauptmann Abraham von Schönberg*, *in Freiberger Forschunshefte, Kultur und Technik*, vol. D 198, Leipzig et Stuttgart, Verlag für Grundstoffindustrie, 2007 [1994].

Jungnickel Christa, « Teaching and Research in the Physical Sciences and Mathematics in Saxony, 1820-1850 », *Historical Studies in the Physical Sciences*, 10, pp. 3–47, 1979.

Kaden Herbert, *Das sächsische Bergschulwesen : Entstehung, Entwicklung, Epilog (1776-1924)*, Cologne, Böhlau, 2012.

Kahlow Andreas, *1799-1999, Von der Bauakademie zur technischen Universität Berlin - Geschichte und Zukunft*, « Die ersten Jahre der Berliner Bauakademie - Vorgeschichte und Zeitbild um 1800 », pp. 32–55, Berlin, Ernst, 2000.

Kathe Heinz, *Die Wittenberger Philosophische Fakultät 1502-1817*, Cologne, Böhlau, 2002.

Kaufmann G., *Die Geschichte der Bergschule zu Freiberg in Sachsen : Ein Gendenkblatt herausgegeben von der Vereinigung ehemaliger Bergschüler anläßlich der Schließung der Freiberger Bergschule am 12. Juli*, Freiberg, 1924.

Keller Katrin, *Landesgeschichte Sachsen*, Stuttgart, Ulmert, 2002.

Kesper-Biermann Sylvia, *Staat und Schule in Kurhessen 1813-1866*, Göttingen, Vandehoeck et Ruprecht, 2001.

Kiesewetter Hubert, *Die Industrialisierung Sachsens : ein regional-vergleichendes Erklärungsmodell*, Stuttgart, Franz Steiner, 2007.

Klein Ursula, « Ein Bergrat, zwei Minister und sechs Lehrende, Versuche der Gründung einer Bergakademie in Berlin um 1770 », *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 18 (4), pp. 437–468, 2010.

Knobloch Eberhard, « Mathematik an der Technischen Hochschule - Technischen Universität 1799-1988 », *in Mathematik in Berlin - Geschichte und Dokumentation*, vol. 1, Aachen, Shaker, 1998, pp. 521–596.

Knopper Françoise et Mondot Jean (dir.), *L'Allemagne face au modèle français de 1789 à 1815*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2008.

Koch Helga, *Oskar Xaver Schlömilch. Mathematiker, Wissenschafts- und Bildungsorganisator*, Thèse de doctorat, Pädagogische Hochschule Dresde, 1986.

Koch Peter, *Geschichte der Versicherungswissenschaft in Deutschland*, Karlsruhe, VVW, 1998.

Koenig Fritz, *Die Entstehung des Mathematischen Seminars an der Universität Leipzig im Rahmen des Institutionalisierungsprozesses der Mathematik an den deutschen Universitäten des 19. Jahrhunderts : ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Produktivkräfte und zur Felix-Klein-Forschung*, Thèse de doctorat, Université de Leipzig, 1982.

Kohlstedt Sally Gregory, « Institutional history », *Osiris*, Seconde série, vol. 1, pp. 17–36, 1985.

Krause Carl, *Beiträge zur Geschichte der Entwicklung der Instrumente in der Markscheidekunde*, Freiberg, Gerlach, 1908.

Krause Konrad, *Alma mater Lipsiensis : Geschichte der Universität Leipzig von 1409 bis zur Gegenwart*, Leipzig, Universitätsverlag, 2003.

Kreiser Lothar, *Was denken wir, wenn wir denken, daß wir denken ? Wilhelm Drobischs Beitrag zur Entwicklung der Logik, anlässlich seines 200. Geburtstages*, Leipzig, Verlag der Sächsischen Akademie der Wissenschaft, 2003.

Kröger Desirée, Die "Mathematischen Anfangsgründe" von Abraham Gotthelf Kästner, *in Mathematik im Prozess : Philosophische, Historische und Didaktische Perspektiven*, Wiesbaden, Springer, 2013, pp. 137–150.

Kühn Heidi, *Die Mathematik im deutschen Hochschulwesen des 18. Jahrhunderts (unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse an der Leipziger Universität)*, Thèse de doctorat, Université de Leipzig, 1988.

Kühn Heidi et Scholze Karl Heinrich, « Die Mathematikprofessoren an der Leipzigen Universität im 18. Jahrhunderts », *Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften*, 75, pp. 163–170, 1991.

Laboulais Isabelle, *La Maison des mines : la genèse révolutionnaire d'un corps d'ingénieurs civils (1794-1814)*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2012.

Lakatos Imre, « Proofs and Refutations (IV) », *The British Journal for the Philosophy of Science*, 14 (56), pp. 296–342, 1964.

Lea Elisabeth et Wiemers Gerald, *Planung und Entstehung der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig 1704-1846 : Zur Genesis einer gelehrten Gesellschaft*, Göttingen, Vandehoeck et Ruprecht, 1996.

Lemercier Claire, « Analyse de réseaux et histoire », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 52 (2), pp. 88–112, 2005.

Lemercier Claire et Picard Emmanuelle, « Quelle approche prosopographique ? », *in* Rollet Laurent et Nabonnand Philippe (dir.), *Les uns et les autres. Biographies et prosopographies en histoire des sciences*, Nancy, Presses Universitaires de Nancy, 2011, pp. 605–630.

Lempa Heikki, *Bildung der Triebe : der deutsche Philanthropismus (1768-1788)*, Turku, Turun Yliopisto, 1993.

Loh André, *August Ferdinand Möbius (1790-1868) - Leben und Werk*, Thèse de doctorat, Université de Leipzig, 1995.

Lorey Wilhelm, *Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts*, Leipzig, Teubner, 1916.

Lorey Wilhelm, « August Leopold Crelle zum Gedächtnis », *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 157, pp. 3–11, 1927.

Lowood Henry E., « The Calculating Forester : Quantification, Cameral Science, and the Emergence of Scientific Forestry Management in Germany », *in The Quantifying Spirit in the 18th Century*, Berkeley, University of California Press, 1990, pp. 315–342.

Lundgreen Peter, « De l'école spéciale à l'université technique. Étude sur l'histoire de l'École supérieure technique en Allemagne avant 1870, et regard sur son développement ultérieur », *Culture technique*, 12, pp. 305–311, 1984.

Luther Stephan, « Die Gründung einer Gewerbschule in Chemnitz und ihre Etablierung im technischen Bildungswesen (1836-1877) », *in Von der Kgl. Gewerbschule zur Technischen Universität : Die Entwicklung der höheren technischen Bildung in Chemnitz 1836-2003*, Chemnitz, Rektor der Technischen Universität, 2003, pp. 13–47.

Mehrtens Herbert, Bos Henk, et Schneider Ivo (dir.), *Social History of Nineteenth Century Mathematics*, Boston, Birkhäuser, 1981.

Moderow Hans-Martin, *Volksschule zwischen Staat und Kirche : das Beispiel Sachsen im 18. und 19. Jahrhundert*, Cologne et Weimar, Böhlau, 2007.

Morel Thomas, « Mathématiques et *Naturphilosophie* : L'exemple de la controverse entre Johann Jakob Wagner et Johann Schön (1803-1804) », *Revue d'histoire des sciences*, 66 (1), pp. 73–105, 2013a.

Morel Thomas, « An institutional history of classical mathematics teaching in Saxony (1773-1848) », *International Journal for the History of Mathematics Education*, 8 (1), pp. 41–72, 2013b.

NDB, *Neue Deutsche Biographie*, Historische Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Berlin, Duncker et Humblot, depuis 1953.

Neubert-Drobisch Walther, *Moritz Wilhelm Drobisch : ein Gelehrtenleben*, Leipzig, Diesterig, 1902.

Neupert Horst, Kühn Katarina, et Müller Matthias, *Das Vorlesungsangebot an der Universität Jena von 1749 bis 1854*, Weimar, VDG, 2003.

Nipperdey Thomas, *Deutsche Geschichte 1800 - 1866 : Bürgerwelt und starker Staat*, Munich, Beck, 1983.

Noble Eduardo, *L'analyse combinatoire allemande : Un projet de fondation des mathématiques à la fin du XVIII*^e^ *siècle*, Thèse de doctorat, Université Paris Diderot (Paris 7), 2011.

Paulsen Friedrich, *Geschichte des Gelehrten Unterrichts auf den deutschen Schulen und Universitäten*, Leipzig, Veit, 1885.

Peckhaus Volker, « 19th Century Logic between Philosophy and Mathematics », *The Bulletin of symbolic Logic*, 5 (4), pp. 433–448, 1999.

Peiffer Jeanne, « La circulation mathématique dans et par les journaux savants aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles », *in Circulation, transmission, héritage, Actes du XVIII*^e^ *colloque inter-IREM Histoire et épistémologie des mathématiques, 28 et 29 mai 2010*, Caen, IREM de Basse-Normandie, 2011, pp. 219–239.

Peiffer Jeanne et Vittu Jean-Pierre, « Les journaux savants, formes de la communication et agents de la construction des savoirs (XVII^e^-XVIII^e^ siècles) », *Dix-huitième siècle*, 40, pp. 281–300, 2008.

Pestre Dominique, *Science, argent et politique : un essai d'interprétation*, Paris, INRA, 2003.

Peter Hermann, « Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Gymnasien », *in Veröffentlichungen zur Geschichte des gelehrten Schulwesens im albertinischen Sachsen*, vol. 1, Leipzig, Teubner, 1900.

Petschel Dorit, *Die Professoren der TU Dresden 1828-2003*, Cologne, Böhlau, 2003.

Pieper Herbert, « Alexander von Humboldts Anteil an der Herausbildung eines mathematischen Zentrum in Berlin », *in* HameI Jürgen, Knobloch Eberhard, et Pieper Herbert (dir.), *Alexander von Humboldt in Berlin. Sein Einfluss auf die Entwicklung der Wissenschaften, in Algorismus - Studien zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften,* vol. 41, Augsburg, 2003, pp. 147–194.

Poggendorff Johann Christian, *Biographisch-literarisches Handwörterbuch der exakten Naturwissenschaften*, 2 volumes, Leipzig, Barth, 1863.

Pohle Emil, *Der Seminargedanke in Kursachsen und seine erste staatliche Verwicklichung : Festischrift zur feier des hundertjährigen Bestehens des königl. Schullhrer-Seminars zu Dresden Friedrichstadt*, Dresde, Huhle, 1887.

Purkert Walter, « Die Mathematik an der Universität Leipzig von ihrer Gründung bis zum zweiten Drittel des 19 Jahrhunderts », *in 100 Jahre Mathematisches Seminar der Karl-Marx-Universität Leipzig*, Leipzig, Herbert Becker, 1981, pp. 9–40.

Purkert Walter, « Einige Aspekte der Anwendungen der Mathematik », *in Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte : Die Zeit der Industriellen Revolution*, Berlin, VEB, 1982, pp. 95–102.

Purkert Walter, « Infinitesimalrechnung für Ingenieure - Kontroversen im 19. Jahrhundert », *in Rechnen mit dem Unendlichen*, Basel, Birkhäuser, 1990, pp. 179–192.

Pyenson Lewis, « “Who the guys were” : prosopography in the history of science », *History of Science*, 15 (29), pp. 155–188, 1977.

Reich Ferdinand, *Die Bergakademie zu Freiberg : Zur Erinnerung an die Feier zur hundertjährigen Geburtstages Werner*, Freiberg, Gerlach, 1850.

Riedel Lothar, *Der Bericht von F.W.H. von Trebra über den Sächsischen Bergbau zwischen 1766 und 1815*, *in Akten und Berichte vom sächsischen Bergbau*, vol. 9, Kugler, 2005 [1998].

Riedel Matthias, Die Entwicklung von Clausthal zur wissenschaftlichen Hochschule, *in Wissenschaft, Wirtschafts und Technik : Studien zur Geschichte*, Munich, Bruckmann, 1969, pp. 403–419.

Rübbert Rudolf, *Die Ökonomischen Sozietäten - Ein Beitrag zur Wirtschaftsgeschichte des XVIII. Jahrhunderts*, Würzburg, Triltsch, 1934, Thèse de sciences économiques de l'université de Halle-Wittenberg.

Ruëgg Walter (dir.), *A History of the University in Europe, vol. III. Universities in the Nineteenth and Early Twentieth Centuries (1800-1945)*, Cambridge, Cambridge University Press, 2004.

Rühlmann Moritz, *Vorträge über Geschichte der Technischen Mechanik und der damit in Zusammenhang stehenden mathematischen Wissenschaften, zunächst für technische Lehranstalten bestimmt*, 2 volumes, Leipzig, Baumgärtner, 1885.

Säckl Herwig, *Die Rezeption des Funktionsbegriffs in der wissenschaftlichen Basis an Hochschule und Schule in neunzehnten Jahrhundert : Eine Fallstudie zur Sozialgeschichte der Mathematik mit besonderem Blick auf Bayern*, Thèse de doctorat, Université de Ratisbonne, 1984.

Scharlau Winfried (dir.), *Mathematische Institute in Deutschland 1800-1945*, Braunschweig et Wiesbaden, Vieweg, 1990.

Schellhas Walter et Wächtler Eberhard, *Der Plan der Errichtung einer Forstakademie in Verbindung mit der Bergakademie Freiberg (Sachsen) 1799-1809, in Veröffentlichungen des wissenschaftlichen Informationszentrums der Bergakademie Freiberg*, vol. 51, 1975.

Schiffner Carl, *Aus dem Leben alter Freiberger Bergstudenten*, Freiberg, Mauckisch, 1935.

Schilling Carl (dir.), *Wilhelm Olbers, sein Leben und seine Werke : Zweiter Band Briefwechsel zwischen Olbers und Gauss. Erste Abtheilung*, Berlin, Julius Springer, 1900.

Schindling Anton, *Bildung und Wissenschaft in der frühen Neuzeit 1650-1800, in Enzyklopädie Deutscher Geschichte*, vol. 30, Munich, Oldenbourg, 1994.

Schlote Karl-Heinz, *Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Leipzig in der Zeit von 1830 bis 1904/05, in Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, vol. 63, Leipzig, Akademie Verlag, 2004.

Schlote Karl-Heinz, *The Dialectic Relation Between Physics and Mathematics in the XIXth Century*, « The Emergence of Mathematical Physics at the University of Leipzig », pp. 121–137, Heidelberg, Springer, 2013.

Schlote Karl-Heinz et Schneider Martina, *Mathematische Naturphilosophie, Optik und Begriffschrift : Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Jena in der Zeit von 1816 bis 1900*, Francfort-sur-le-Main, Harri Deutsch, 2011.

Schmidt Karl, *Die Geschichte der Pädagogik in weltgeschichtlicher Entwicklung*, Cothen, Schletter, 1862.

Schmidt M., « Über die Entwicklung der Markscheidekunst und die Ausbildung der Markscheider in Sachsen », *Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen*, 1, pp. 1–42, 1889.

Schnedermann Georg Heinrich Eberhart, *Die königliche Gewerbeschule zu Chemnitz in den ersten 25 Jahren ihres Bestehens. Programm zu der am 10., 11. und 12. April 1862 zu haltenden Prüfung*, Chemnitz, Pickenhahn, 1862.

Scholtze Christian Achmed, *Humanismus und Realismus im höhern Schulwesen Sachsens während der Jahre 1831-1851 : wissenschaftliche Beilage zu dem Programm der städtischen Realschule zu Plauen in Voigtland*, Plauen, Neupert, 1894.

Scholz Erhard, « The rise of Symmetry Concepts in the Atomistic and Dynamistic Schools of Crystallography », *Revue d'histoire des sciences*, 42 (1-2), pp. 109–122, 1989a.

Scholz Ehrard, *Symmetrie, Gruppe, Dualität : zur Beziehung zwischen theoritischer Mathematik und Anwendungen in Kristallographie und Baustatik des 19. Jahrhunderts*, Berlin, VEB, 1989b.

Schreiber Peter, « Johann August Grunert and his Archiv der Mathematik und Physik as an integrative factor of mathematics », *in* Goldstein Catherine, Gray Jeremy, et Ritter Jim (dir.), *L'Europe Mathématique, Histoires, Mythes, Identités*, Paris, Maison des sciences de l'Homme, 1996, pp. 433–446.

Schreier Wolfgang, « Zu den Grundauffassungen und einigen Entwicklungsrichtungen der Physik in der Periode der industriellen Revolution », *in Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte : Die Zeit der Industriellen Revolution*, Berlin, VEB, 1982, pp. 103–114.

Schubring Gert, « Mathematics and teacher training : Plans for a polytechnic in Berlin », *Historical Studies in the Physical Sciences*, 12 (1), pp. 161–194, 1981.

Schubring Gert, « Die Promotion von P. G. Lejeune Dirichlet : Biographische Mitteilungen zum Werdegang Dirichlets », *NTM Schriftenreihe*, 21, pp. 45–65, 1984.

Schubring Gert, *Bibliographie der Schulprogramme in Mathematik und Naturwissenschaften : (wissenschaftliche Abhandlungen) : 1800-1875*, Bad Salzdetfurth, Franzbecker, 1986.

Schubring Gert, « On the methodology of analysing historical textbooks : Lacroix as textbook author », *For the learning of Mathematics*, 7 (3), pp. 41–51, 1987.

Schubring Gert, « Les échanges entre les mathématiciens français et allemands sur la rigueur dans les concepts d'arithmétique et d'analyse », *in Échanges d'influences scientifiques et techniques entre pays européens de 1780 à 1830, actes du 114*e *congrès national des sociétés savantes*, Paris, CTHS, 1989a, pp. 89–104.

Schubring Gert, « Pure and Applied Mathematics in Divergent Institutional Settings in Germany : the Role and Impact of Felix Klein », *in The history of Modern Mathematics, volume II : Institutions and Applications*, San Diego, Academic Press, 1989b, pp. 170–220.

Schubring Gert (dir.), *"Einsamkeit und Freiheit" neu besichtigt. Universitätsreformen und disziplinenbildung in Preussen als Modell für Wissenschaftspolitik im Europa des 19. Jahrhunderts (Proceedings of the symposium of the XVIIIth international congress of history of science at Hamburg-Munich 1-9 August 1989)*, Stuttgart, Steiner, 1991.

Schubring Gert, *Die Entstehung des Mathematiklehrerberufs im 19. Jahrhunderts : Studien und Materialen zum Prozess der Professionalisierung in Preussen (1810-1870)*, Weinheim, Deutscher Studien Verlag, 1991 [1983].

Schubring Gert, « Zur Modernisierung des Studiums der Mathematik in Berlin, 1820-1840 », *in Amphora : Festschrift für Hans Wußing zu seinem 65. Geburtstag*, Boston, Birkhäuser, 1992, pp. 649–675.

Schubring Gert, « The German Mathematical Community », *in Möbius and his Band : Mathematics and Astronomy in Nineteenth-century Germany*, Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 21–33.

Schubring Gert, « Changing Cultural and Epistemological Views on Mathematics and Different Institutional Contexts in Nineteenth Century Europe », *in* Goldstein Catherine, Gray Jeremy, et Ritter Jim (dir.), *L'Europe Mathématique, Histoires, Mythes, Identités*, Paris, Maison des sciences de l'Homme, 1996, pp. 361–388.

Schubring Gert, « Production mathématique, enseignement et communication », *Revue d'histoire des mathématiques*, 7 (2), pp. 295–305, 2001.

Schubring Gert, « Recent developments in research on the institutional history of mathematics », *Llull*, 26 (57), pp. 1045–1059, 2003.

Schubring Gert, *Conflicts between generalization, rigor, and intuition : number concepts underlying the development of analysis in 17th-19th century France and Germany*, Berlin, Springer, 2005.

Schubring Gert, « Documents on the mathematical education of Edmund Külp (1800-1862), the mathematics teacher of Georg Cantor », *ZDM : The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), pp. 107–118, 2007.

Schubring Gert, « Antagonisms between german states regarding the status of mathematics teaching during the 19th century : processes of reconciling them », *ZDM : The International Journal on Mathematics Education*, 44 (4), pp. 525–535, 2012.

Schulze Friedrich, *B.G. Teubner 1811-1911, Geschichte der Firma*, Leipzig, Teubner, 1911.

Schwabe Ernst, *Beiträge zur Geschichte des sächsischen Gelehrtenschulwesens von 1760-1820*, *in Veröffentlichungen zur Geschichte des gelehrten Schulwesens im albertinischen Sachsen*, vol. 4, Leipzig, Teubner, 1900.

Schwarzburger Maria, *Karl-Marx-Universität Leipzig 1409-1959*, « Die Mathematikerpersönlichkeiten der Universität Leipzig 1409-1945 », pp. 350–373, Leipzig, Enzyklopädie, 1959.

Séguin Philippe, « La recherche d'un fondement absolu des mathématiques par l'École combinatoire de C.F. Hindenburg (1741-1808) », *Philosophia Scientiae*, 5, pp. 61–79, 2005.

Soetbeer Adolf, *Edelmettalproduction und Wertverhältnis zwischen Gold und Silber seit der Entdeckung Amerikas bis zur Gegenwart*, Leipzig, Duncker et Humblot, 1879.

Starke Ernst Richard, *Die Geschichte des mathematischen Unterrichts in den Gymnasien Sachsen seit 1700*, Thèse de doctorat, Universität Leipzig, 1897.

Struik Dirk Jan, « On the sociology of mathematics », *Science and Society*, 6 (1), pp. 58–70, 1942.

Stützner Heinz et Dagmar Szöllösi, « The development of technical education during the second stage of the industrial revolution in saxony », *History and Technology : An International Journal*, 2 (3), pp. 269–282, 1985.

Taylor Eva Germaine Rimington, *The mathematical practionners of Hanoverian England 1714-1840*, Cambridge, Cambridge University Press, 1966.

Tobies Renate, « On the contribution of mathematical societies to promoting applications of mathematics in Germany », *in The History of Modern Mathematics, vol. II : Institutions and Applications*, San Diego, Academic Press, 1989, pp. 222–248.

Toepell Michael, *Mathematiker und Mathematik an der Universität München : 500 Jahre Lehre und Forschung*, *in Algorismus - Studien zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften*, vol. 19, Munich, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, 1996.

Treue Wilhelm, « Die Geschichte des technischen Unterrichts », *in Festschrift zur 125-Jahrfeier der Technischen Hochschule Hannover 1831-1956*, Braunschweig, Serger et Hempel, 1956, pp. 9–60.

Treue Wilhelm, *Wirtschafts- und Technikgeschichte Preußens*, Berlin, De Gruyter, 1984.

Tütken Johannes, *Privatdozenten im Schatten der Georgia Augusta*, 2 volumes, Göttingen, Universitätsverlag, 2005.

Virmond Wolfgang (dir.), *Die Vorlesungen der Berliner Universität 1810-1834, nach dem deutschen und lateinischen Lektionskatalog sowie den Ministerialakten*, Berlin, Akademie Verlag, 2011.

Vogel Jakob, « Les mines dans les pays germaniques et en France aux XVIIIe et XIXe siècles : genèse et frontière d'une expertise scientifique et administrative », *in Les sciences camérales : activités pratiques et histoire des dispositifs publics*, Paris, Presses Universitaires de France, 2011, pp. 399–419.

Vollrath Hans-Joachim, *Würzburger Mathematiker aus der Geschichte der Julius-Maximilians-Universität*, Würzburg, Königshausen et Neumann, 2010.

Voss Waltraud, *Dresdens große Mathematiker*, Bautzen, Rektor der Technischen Universität, 2001.

Voss Waltraud, « Zur Geschichte der Versicherungsmathematik an der TU Dresden bis 1945 », *Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft*, 92, pp. 275–303, 2003a.

Voss Waltraud, *Mathematiker in der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, *in Studien zur Zeitgeschichte*, vol. 33, Munich, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, 2003b.

Voss Waltraud, *"... eine Hochschule (auch) für Mathematiker ..." : Dresdner Mathematiker und die höhere Lehrerbildung : 1825 - 1945*, *in Algorismus - Studien zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften*, vol. 51, Augsburg, Dr. Erwin Rauner Verlag, 2005.

Wakefield Andre, *Abraham Gottlob Werner and the Foundation of the Geological Sciences, selected Papers of the International Werner Symposium in Freiber 19th to 24th September 1999*, « The Cameralist Tradition in Freiberg », pp. 379–387, Freiberg, TU Mediazentrum, 2002.

Wakefield Andre, *The Disordered Police State : German Cameralism as Science and Practice*, Chicago, Chicago University Press, 2009.

Weber Wolfhard, *Innovationen im Frühindustriellen deutschen Bergbau und Hüttenwesen : Friedrich Anton von Heynitz*, Göttingen, Vandehoeck et Ruprecht, 1976.

Wegert Elias, Hebisch Udo, et Lyska Werner, « Julius Weisbach als Wegbereiter der angewandten Mathematik », *in Julius L. Weisbach (1806 - 1871) : Gedenkschrift zu seinem 200. Geburtstag*, Freiberg, TU Bergakademie, 2006, pp. 147–167.

Weichold Arthur, *Johann Andreas Schubert : Lebensbild eines bedeutenden Hochschullehrers und Ingenieurs aus der Zeit der industriellen Revolution*, Dresde, TU Verlag, 1968.

Witting Alexander, *Der mathematische Unterricht an den Gymnasien und Realanstalten nach Organisation, Lehrstoff und Lehrverfahren und die Ausbildung der Lehramtskandidaten in Königreich Sachsen*, Leipzig, Teubner, 1910.

Wussing Hans, « Hauptrichtungen der Entwicklung der Mathematik in der Periode der Industriellen Revolution », *in Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte : Die Zeit der Industriellen Revolution*, Berlin, VEB, 1982, pp. 81–94.

Wussing Hans, « Zur Geschichte der Polytechnischen Gesellschaft zu Leipzig (1825-1844) : Eine Bürgerinitiative zu Beginn der Industrialisierung sachsens », *Sitzungsberichte der Sächsichen Akademie der Wissenschaft zu Leipzig - Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 127 (3), pp. 1–21, 1999.

Ziegenbalg Michael, « Von der Markscheidekunst zur Kunst des Markscheiders », *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, 41, pp. 267–274, 1997.

Index des institutions

Un nombre suivi de « n » indique que la référence se trouve uniquement dans une note de bas de page.

Index des noms

Un nombre en gras renvoie à la page où se trouve la notice biographique du mathématicien concerné.
Un nombre suivi de « n » indique que la référence se trouve uniquement dans une note de bas de page.

Table des figures

Chapitre 1 :

Chapitre 2 :

Chapitre 3 :

Chapitre 4 :

Table des matières