Genèse des affinités disciplinaire et didactique et genèse documentaire : le cas des professeurs de physique-chimie en France

Mohammad Dames Alturkmani

▶ **To cite this version:**

Mohammad Dames Alturkmani. Genèse des affinités disciplinaire et didactique et genèse documentaire : le cas des professeurs de physique-chimie en France. Education. Ecole normale supérieure de lyon - ENS LYON, 2015. Français. NNT : 2015ENSL1055 . tel-01256020

HAL Id: tel-01256020

https://theses.hal.science/tel-01256020

Submitted on 14 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON

THÈSE

UNIVERSITÉ DE LYON

en vue de l'obtention du grade de

Docteur de l'Université de Lyon, délivré par l'École Normale Supérieure de Lyon

Discipline : Sciences de l'Éducation – spécialité : Didactique de la physique et de la chimie

Laboratoire Sciences, Société, Historicité, Éducation et Pratiques – EA 4148

École Doctorale Education, Psychologie, Information et Communication – ED 485

présentée et soutenue publiquement le 10 décembre 2015

par Mohammad Dames ALTURKMANI

Genèse des affinités disciplinaire et didactique et genèse documentaire : le cas des professeurs de physique-chimie en France

---

Directeur de thèse : M. Luc TROUCHE

Codirecteur de thèse : M. Ludovic MORGE

Après l'avis de :

M. Georges-Louis BARON

M. Jim PLUMAT

Devant le jury composé de :

M. Georges-Louis BARON, Professeur à l'Université Paris 5, Rapporteur

M. Jean-Marie BOILEVIN, Professeur à l'Université de Bretagne occidentale, Membre de jury

Mme. Isabelle KERMEN, Maître de conférences à l'Université d'Artois, Membre de jury

M. Ludovic MORGE, Professeur à l'Université Clermont-Auvergne – Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, Codirecteur

M. Jim PLUMAT, Professeur à l'Université de Namur, Rapporteur

M. Luc TROUCHE, Professeur à l'École Normale Supérieure de Lyon, Directeur

Titre : Genèse des affinités disciplinaire et didactique et genèse documentaire : le cas des professeurs de physique-chimie en France

Résumé

Dans notre thèse, nous étudions les rapports que les professeurs construisent avec les disciplines qu'ils enseignent en proposant deux concepts : l'affinité disciplinaire et l'affinité didactique.

Nous nous intéressons plus particulièrement aux enseignants et futurs enseignants de sciences physiques et chimiques à la fois du point de vue des fondements et des conditions d'émergence des affinités disciplinaire et didactique, ainsi que leurs effets sur l'enseignement, notamment dans le contexte d'un nouveau programme de lycée, le travail documentaire et les interactions avec les collègues.

Nous avons mobilisé deux cadres théoriques : *l'analyse praxéologique* (Chevallard, 1998) et *l'approche documentaire du didactique* (Gueudet & Trouche, 2008). Nous avons combiné différents outils de recueil de données : questionnaires, entretiens, observations de classe, et visites des systèmes de ressources des enseignants. Les trois derniers outils ont été appliqués *à un petit nombre de professeurs*, choisis en fonction de leur affinité déclarée et de leur place dans le processus de constitution des ressources d'enseignement (étudiants en master se destinant à l'enseignement et enseignants expérimentés). Nous avons ciblé l'enseignement d'un concept précis, *le spectre*, choisi pour sa position frontière (issu de la physique et exploité en chimie par les méthodes spectroscopiques).

La thèse propose des développements théoriques et méthodologiques pour saisir les interactions entre les affinités disciplinaire et didactique des enseignants et leur travail documentaire. Les résultats montrent l'existence d'une affinité pour une des deux disciplines, et elle met en évidence les relations fortes entre genèse de l'affinité didactique et genèse des ressources de l'enseignant.

Mots-Clés : Enseignement de la physique et de la chimie, Approche documentaire, Affinité disciplinaire, Affinité didactique, Praxéologie.

Abstract

In our thesis, we study the relationships that teachers build with the disciplines that they teach by offering two concepts: disciplinary affinity and didactic affinity.

We focus on the physical and chemical sciences, both in terms of the basis and conditions for the emergence of disciplinary and didactic affinities, their effects on teaching, particularly in the context of a new school program, documentary work and interactions with colleagues.

We have mobilized two theoretical frameworks: *the praxeological analysis* (Chevallard, 1998) and *the documentary approach to didactics* (Gueudet & Trouche, 2008). We combined several methodological tools: questionnaries, interviews, classroom observations, and teachers resource systems visits. The last three tools have been applied to a small number of teachers

selected basing on their claimed affinity and their place in the process of constitution of teaching resources (pre-service vs. experienced teachers) targeting the teaching of a specific concept, *the spectrum*, chosen for its border position (from physics and chemistry operated by spectroscopic methods).

The thesis offers theoretical and methodological developments to capture interactions between disciplinary and didactic affinities of teachers and their documentary work. The results show the presence of an affinity for one of the two disciplines, and it highlights the strong relationship between genesis of didactic affinity and genesis of teaching resources.

Keywords: Physics and chemistry teaching, Documentary approach to didactics, Disciplinary affinity, Didactic affinity, Praxeology.

Remerciement

A l'issu de ce travail de recherche, je me dois de me souvenir et de remercier les personnes qui ont participées de manière directe ou indirecte dans l'aboutissement de ce long périple.

Tout d'abord mes plus forts remerciements vont à mes directeurs de thèse, *Luc Trouche* et *Ludovic Morge* qui ont accepté de diriger cette thèse et qui ont pu me supporter pendant ces quatre années. J'avoue que j'ai eu la chance d'avoir ces deux directeurs. Leur soutien sans faille m'a permis d'aller jusqu'au bout.

Toute ma gratitude va à *Luc Trouche* pour l'intérêt qu'il a manifesté tout au long de mon travail, pour ses encouragements continuels et pour ses nombreuses relectures. J'ai apprécié ses conseils ainsi que la rigueur, la cohérence et la logique dans ce travail de recherche. Merci *Luc* pour l'accompagnement humain dans les moments difficiles, surtout au cours de la dernière phase de rédaction de cette thèse, pour ta confiance, ta disponibilité, et pour m'avoir formé.

Merci beaucoup à *Ludovic Morge.* J'avoue que je n'aurais jamais pu arriver à continuer cette aventure sans ses orientations, ses encouragements, ses conseils, sa confiance, ses relectures. Je n'oublierais jamais que le terme-concept «*d'affinité*» a été choisi grâce à lui. J'ai énormément apprécié sa méthodologie d'organisation du travail. Merci *Ludovic* pour m'avoir formé et pour m'avoir donné l'envie et la motivation de continuer dans cette direction.

Ensuite je suis très honoré que *M. Georges-Louis Baron* et *M. Jim Plumat* ont accepté la charge de rapporter ce travail.

Je remercie très sincèrement *Mme. Isabelle Kermen* et *M. Jean-Marie Boilevin* d'avoir acceptés de faire partie du jury de thèse.

Mes remerciements vont à tous les membres de *l'équipe EducTice*. Je tiens vivement à remercier *Karine Robinault* qui m'a permis de connaître Ludovic Morge.

Durant la première année de thèse, j'ai eu la chance de côtoyer *Rim Hammoud* que je remercie pour ses discussions, ses aides et surtout de m'avoir présenté Luc Trouche.

Je remercie également toutes les personnes à *l'IFE* et à *l'ENS de Lyon* pour les services qu'ils ont pu m'accorder.

Merci à tous les doctorants et membres du *laboratoire S2HEP.* Je remercie *Mohamed Soudani* pour ses discussions durant la première année de thèse.

Je tiens à remercier *Hussein Sabra* pour ses conseils pendant nos discussions concernant l'avancement de mon travail de recherche, ainsi qu'à *Valérie Fontanieu* pour les discussions menées avec elle, sur les tests statistiques.

Je remercie les *enseignants* interrogés et ceux qui m'ont accueilli dans leurs classes, qui ont accepté d'être filmés et de consacrer une partie de leur temps à cette étude. Merci aussi aux *laborantins* au sein de l'établissement des enseignants suivis.

Je remercie également les *étudiants* et les *enseignants* ayant répondu aux questionnaires, et qui sans leurs collaborations cette thèse n'aurait pas pu être réalisée.

Je souhaiterais remercier sincèrement *Martine Nadal*, la femme de Luc Trouche. Je n'oublierais jamais mes séjours (scientifique et familiale) à Montpellier et Taleyrac où j'ai passé des moments très agréables. Merci beaucoup Martine pour ton accueil, ta gentillesse et tes encouragements. Je garderai un bon souvenir de ces moments qui me manqueront.

Merci à *M. Philippe Passrat* qui a fait plusieurs relectures sur une partie de mon travail durant la troisième année de thèse.

J'adresse également mes remerciements au *Ministère d'enseignement supérieur Syrien* pour la bourse d'étude qu'il m'a accordée. Je tiens à remercier également le *CROUS* et le *CAMPUS France* pour la gestion de mes études.

Finalement, j'adresse une reconnaissance infinie à *ma mère Ayshah* et *mon père Nabih,* à *mes sœurs* et *mes frères*, à *mes gendres* et *mes oncles* et *tantes*, à *mon beau père* et *ma belle-mère*. Je tiens à remercier *mon épouse Kamar* pour son aide et son soutien pendant ma thèse et *mon fils Amr*. MERCI.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE **13**

CHAPITRE 1. PROBLEMATIQUE **17**

1.1. ÉTAT DE L'ART **17**

1.1.1 Rapport au savoir *17*

Approche Clinique 17

Approche socio-anthropologique 18

Approche anthropologique didactique 18

1.1.2 Intérêt disciplinaire et didactique *20*

1.1.3 Conscience disciplinaire et didactique *24*

1.2. RAPPORTS DES PROFESSEURS AUX DISCIPLINES QU'ILS ENSEIGNENT **30**

1.2.1 Affinité disciplinaire *31*

1.2.2 Affinité didactique *32*

1.3. CONCLUSION **33**

CHAPITRE 2. CADRES THEORIQUES **35**

2.1. ACTIVITES ENSEIGNANTES **35**

2.1.1 Enseigner : un travail composite *35*

2.1.2 Enseigner : une activité multidéterminée et multifinalsée *38*

2.1.3 Connaissances des enseignants : ouvragée et plurielle *40*

2.1.4 Résumé *44*

2.2. APPROCHE ANTHROPOLOGIQUE DU DIDACTIQUE **44**

2.2.1 Les termes essentiels *45*

2.2.2 Organisation praxéologique (praxéologie) [T, τ, ϑ, Θ] *46*

2.2.3 Praxéologie disciplinaire et didactique *48*

Praxéologie mathématique 48

Praxéologie didactique 49

2.2.4 Manque praxéologique et praxéologies orientées selon l'affinité *51*

2.2.5 Résumé *53*

2.3. APPROCHE DOCUMENTAIRE DU DIDACTIQUE **54**

2.3.1 Ressources et travail documentaire *55*

2.3.2 Dialectique ressources et document; système de ressources et système documentaire *55*

2.3.3 Ressources-mères, ressource-fille, ressource fille orientée, document orienté, ressource mère structurante *57*

Ressources mères, ressource fille 57

Ressource fille orientée 58

Document orienté 58

Ressource mère structurante 59

2.3.4 Ressources manquantes *59*

2.3.5 Conclusion *60*

2.4. CONCLUSION DU CHAPITRE **61**

2.5. QUESTIONS DE RECHERCHE ET HYPOTHESES **62**

CHAPITRE 3. METHODOLOGIE **67**

3.1. RECUEIL DE DONNEES POUR PRECISER LES AFFINITES DISCIPLINAIRE ET DIDACTIQUE **67**

3.1.1 Choix des enseignants en poste pour réaliser des entretiens généraux *67*

3.1.2 Méthodologie d'entretien *68*

3.1.3 Eléments spécifiques des trois entretiens ... *69*
3.1.4 Conclusion ... *69*
3.2. RECUEIL DE DONNEES POUR L'ETUDE DE LA *CONSTRUCTION* DE L'AFFINITE DISCIPLINAIRE AUPRES D'ETUDIANTS SE DESTINANT A L'ENSEIGNEMENT ... **70**
3.2.1 Choix des étudiants et articulation étude quantitative/étude qualitative ... *70*
3.2.2 Etude quantitative de la construction de l'affinité disciplinaire ... *71*
Conception du questionnaire A ... 71
Présentation du questionnaire ... 71
Intérêt disciplinaire ... 71
Intérêt relatif pour la physique et la chimie ... 72
Les ressources ... 73
Test du questionnaire auprès de quatre étudiants ... 73
3.2.3 Méthodologie pour l'étude qualitative de la construction de l'affinité, de son impact sur l'enseignement ... *74*
3.2.4 Conclusion ... *75*
3.3. RECUEIL DE DONNEES POUR L'ETUDE DE *L'EVOLUTION* DES AFFINITES DISCIPLINAIRE ET DIDACTIQUE AUPRES D'ENSEIGNANTS EN EXERCICE ... **75**
3.3.1 Constitution de l'échantillon d'enseignants en poste pour remplir le questionnaire ... *75*
3.3.2 Etude quantitative de l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique au cours de la carrière ... *76*
Parcours scolaire et professionnel ... 76
Intérêt relatif disciplinaire ... 76
Intérêt relatif didactique ... 77
3.3.3 Conclusion ... *78*
3.4. LE CHOIX ET L'ANALYSE D'UN THEME D'ENSEIGNEMENT CRITIQUE ... **78**
3.4.1 Analyse du savoir de référence : la lumière fondant l'étude du spectre ... *78*
3.4.2 Emergence de l'analyse spectrale ... *80*
3.4.3 Analyse praxéologique du savoir en jeu dans les programmes scolaires ... *83*
Le spectre : un contenu disciplinaire propice pour étudier l'affinité didactique en relation avec les ressources ... 83
Détermination de la praxéologie pour le savoir mis en jeu dans les programmes scolaires ... 84
Analyse praxéologique du programme scolaire ... 85
3.4.4 Conclusion ... *86*
3.5. ETUDE DU TRAVAIL DOCUMENTAIRE DE DEUX PROFESSEURS D'AFFINITES CONTRASTEES ... **87**
3.5.1 Profil des deux enseignants choisis ... *87*
3.5.2 Les outils de la méthode d'investigation réflexive ... *88*
3.5.3 Notre adaptation de la méthodologie d'investigation réflexive ... *89*
Entretiens ... 89
Entretien précédent l'observation de classe ... 89
Entretien à chaud suivant l'observation de classe ... 90
Entretien final sous la forme d'auto-confrontation ... 90
Entretiens avec les laborantin(e)s ... 90
Représentations schématiques ... 91
Représentation Schématique du Système de Ressources (RSSR) ... 92
Représentation Schématique des Interactions de l'enseignant avec les Collègues (RSIC) ... 92
Représentation Schématique sur les relations entre la physique et la chimie ; et la relation entre l'enseignement de ces deux disciplines ... 93
Représentation Schématique de la Praxéologie Didactique (RSPD) ... 93
Journal de Bord (JB) ... 94
Observations de classe ... 94
3.5.4 Une application différenciée de ces outils pour les deux enseignants suivis ... *95*
3.5.5 Conclusion ... *96*
3.6. METHODOLOGIE D'ANALYSE DES DONNEES ... **97**
3.6.1 Méthodologie d'analyse du questionnaire A ... *97*

Formation scolaire et universitaire 97
Intérêt disciplinaire 97
Intérêt relatif disciplinaire (physique/chimie) 98
Conscience disciplinaire physique et chimie 99
Maîtrise disciplinaire et Intérêt pour les sous-disciplines de la physique et de la chimie 99
Effets éventuels de l'intérêt relatif physique ou chimie sur l'enseignement 100
Les ressources fondant l'intérêt pour une discipline 101
3.6.2 Méthodologie d'analyse du questionnaire B 101
Etudes scolaires et Intérêt disciplinaire et didactique relatif 101
Codage de l'évolution de l'intérêt disciplinaire et de ses raisons 102
Codage de l'évolution de l'intérêt pour l'enseignement de la discipline et de ses raisons 103
3.6.3 Méthodologie d'analyse des données qualitatives 103
Méthodologie d'analyse des entretiens 103
Choix des thèmes et des catégories qui permettent le découpage du discours de l'enseignant et choix des prélèvements 103
Mise en œuvre de la méthode, et illustrations 110
Méthodologie d'analyse de l'entretien avec les laborantines 112
Méthodologie d'analyse des représentations schématiques 112
Méthodologie d'analyse du journal de bord 115
Analyse de la ressource fille orientée 115
Analyse des séances observées 116
Choisir des épisodes à transcrire 116
Analyse des épisodes 116
3.7. CONCLUSION DU CHAPITRE DE LA METHODOLOGIE 117

CHAPITRE 4. ANALYSE DES QUESTIONNAIRES 119

4.1. ANALYSE DU QUESTIONNAIRE A (QUESTIONNAIRE DES ETUDIANTS EN MASTER SE DESTINANT A L'ENSEIGNEMENT) .. 119
4.1.1 Une affinité disciplinaire très répandu 119
Un Intérêt relatif disciplinaire marqué 119
Intérêt relatif pour la chimie différent selon les étudiants 120
Intérêt relatif pour la physique différent selon les étudiants 120
Moments de construction d'un intérêt relatif : plutôt à l'université chez tous les étudiants, (IRP, IRC, et Z) 121
Moment de construction d'un intérêt relatif pour la chimie : marqué avant l'université et pendant l'université 121
Moment de construction d'un intérêt relatif pour la physique : plus marqué à l'université 122
Moment de construction d'un intérêt égal 122
Conscience disciplinaire repérable et différente 122
Repérage de forte et/ou de faible conscience disciplinaire 122
Des formes de forte et/ou de faible conscience disciplinaire chez les étudiants d'IRC 124
Des formes de forte conscience pour la chimie et des formes de faible conscience pour la physique chez les étudiants d'IRC 124
Une grande conscience en chimie chez les étudiants d'IRC : trois exemples à travers les entretiens 125
Des formes de forte et/ou de faible conscience disciplinaire chez les étudiants d'IRP 127
Des formes de forte conscience pour la physique et de faible conscience pour la chimie chez les étudiants d'IRP 127
Une grande conscience pour la physique chez les étudiants d'IRP : trois exemples 129
Cas des étudiants ayant un intérêt égal pour les deux disciplines : une conscience égale pour la physique et la chimie 131
Indicateurs de l'affinité disciplinaire 131
Déterminants de la genèse de l'affinité disciplinaire 133
Enseignement reçu 133
Chez les étudiants d'affinité « chimie » : un bon enseignement reçu en chimie et un faible enseignement reçu en physique 133

Chez les étudiants d'affinité « physique » : un bon enseignement reçu en physique et un faible enseignement reçu en chimie 134
Chez les étudiants Z : bon et faible enseignement reçue en physique 135
Ressources pour construire l'affinité disciplinaire 135
Conclusion 137
4.1.2 Genèse de l'intérêt disciplinaire 138
Les étudiants d'affinité « chimie » AC 138
Genèse de leur intérêt chimie 138
Construction de l'intérêt pour la chimie repérable au collège 138
Explications de la genèse 140
Genèse de leur intérêt physique 142
Construction de l'intérêt pour la physique repérable au collège 142
Explications de la genèse 143
Les étudiants d'affinité « physique » AP 144
Genèse de leur intérêt physique 145
Construction de l'intérêt pour la physique repérable au collège 145
Explications de la genèse 146
Genèse de leur intérêt chimie 147
Construction de l'intérêt pour la chimie repérable au collège 147
Explications de la genèse 149
Les étudiants d'affinité égale Z 149
Genèse de leur intérêt chimie 150
Construction de l'intérêt pour la chimie repérable au collège 150
Explications de la genèse 150
Genèse de leur intérêt physique 151
Construction de l'intérêt pour la physique repérable au collège 151
Explications de la genèse 152
Comparaison de la genèse de l'intérêt chez les étudiants d'AC et d'AP 153
Genèses de la discipline majeure 153
Les raisons de l'évolution de la discipline majeure 153
Genèses de la discipline mineure 153
Les raisons de l'évolution de la discipline mineure 153
4.1.3 Relations entre l'affinité disciplinaire (physique/chimie) et l'intérêt d'autres disciplines voisines 154
4.1.4 Relations entre l'affinité disciplinaire (physique/chimie) et l'intérêt des sous-disciplines de la physique et de la chimie 158
Intérêt pour les sous-disciplines de la chimie et les sous-disciplines de la physique chez tous les étudiants 158
Effectifs d'étudiant ayant un vif intérêt pour les sous-disciplines de la chimie chez les étudiants d'affinité « chimie » ; effectif d'étudiants ayant un vif intérêt pour les sous-disciplines chez les étudiants d'affinité « physique » 159
4.1.5 Etude de conséquences de l'affinité disciplinaire 160
Effets possibles de l'affinité sur l'enseignement de la physique et de la chimie 160
Chez tous les étudiants 160
Chez les étudiants d'AC 160
Chez les étudiants d'AP 162
Deux exemples particuliers 164
Conclusion 164
4.1.6 Lien entre affinité et maîtrise disciplinaire 165
4.1.7 Conclusion 165
4.2. ANALYSE DU QUESTIONNAIRE B (ENSEIGNANTS DE SPC EN POSTE) 166
4.2.1 Intérêt relatif disciplinaire et didactique repérables 166
4.2.2 Genèse et évolution de l'intérêt disciplinaire 167
L'intérêt disciplinaire pour la chimie se constitue pendant les études secondaires, chez les IRC et les IRP 167
L'intérêt disciplinaire pour la physique se constitue pendant les études secondaires, chez les IRC et les IRP 168
Explications de l'évolution de l'intérêt pour la chimie 170

Explications de l'augmentation de l'intérêt pour la chimie 170
Explications de la diminution de l'intérêt pour la chimie 173
Explications de l'évolution de l'intérêt pour la physique 173
Explications de l'augmentation de l'intérêt pour la physique 174
Explications de diminution de l'intérêt pour la physique 176
4.2.3 Evolution de l'intérêt didactique 177
Augmentation et stabilité de l'intérêt didactique pour la chimie 177
Augmentation et stabilité de l'intérêt didactique pour la physique 178
Explications de l'évolution de l'intérêt didactique pour la chimie 179
Explication de l'évolution de l'intérêt didactique pour la physique 181
4.2.4 Comparaison de l'intérêt pour la physique vs. chimie et de l'intérêt pour l'enseignement de la physique vs. chimie 183
Comparaison de l'intérêt disciplinaire pour la physique vs. chimie 183
Comparaison de l'intérêt didactique pour la physique vs. chimie 183
Etude comparée de l'intérêt disciplinaire et didactique 184
4.2.5 Conclusion 184
4.3. COMPARAISON DE DEUX POPULATIONS 186
CHAPITRE 5. EFFETS MUTUELS DE L'AFFINITE ET DU TRAVAIL DOCUMENTAIRE DES ENSEIGNANTS : ETUDE DE DEUX PROFESSEURS D'AFFINITES DIDACTIQUES DIFFERENCIEES 189
5.1. ANALYSE DES EFFETS MUTUELS DE L'AFFINITE ET DU TRAVAIL DOCUMENTAIRE DE JEAN (PADP) 189
5.1.1 Affinité et système de ressources 189
Organisation de ressources cohérente avec l'affinité de Jean et ressources différentes repérées pour chaque enseignement 190
Apparition de nouvelles ressources dans la représentation schématique du système de ressources et liens entre l'ensemble des ressources impliquées dans la constitution d'une ressource fille orientée par l'affinité 193
Compléter le système de ressources pour l'enseignement du spectre (n) : apparition de ressources particulières 195
Orientation vers l'épistémologie de la physique et changements dans les ressources d'une année à l'autre 196
Synthèse de l'analyse du système de ressources de Jean (n et n+1) 199
5.1.2 Affinité et interactions avec les collègues 200
Différentes interactions en et hors de l'établissement de Jean 200
Effet mutuel de l'affinité de Jean et de ses interactions avec ses collègues 203
Synthèse de l'analyse des interactions de Jean avec ses collègues 206
5.1.3 Affinité et travail documentaire, focus sur le spectre 206
Les ressources mères mobilisées, et les ressources mères structurantes (description et analyse) 206
Le processus de conception de la ressource fille et son résultat, description et analyse 212
Interactions de Jean avec Gilles dans la conception de la ressource fille 213
Résultat d'une interaction entre l'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean et les ressources 215
Analyse « Pochette : Les débats Newton, Fraunhofer » 215
Analyse « Pochette : Raies spectrales Bunsen et Kirchhoff » 216
Compétence physique à acquérir à travers ces deux pochettes 217
La mise en œuvre de la ressource fille (description et analyse) 218
Effet de l'affinité sur la mise en œuvre de la ressource fille orientée 218
Capacité à mettre en œuvre une situation complexe 218
Rapports aux élèves 221
Capacité de l'enseignant à aborder des formes de la conscience disciplinaire pour la discipline pour laquelle il a une affinité 223
Impact de l'affinité de Jean sur ses interactions avec ses élèves 225
Le topos des élèves (qu'il pourra gérer car il a une bonne conscience disciplinaire) 225
La place donnée au débat 226
Le savoir enseigné pour le tirer vers la physique 228
Son intervention quand le sujet est difficile 229
Synthèse 231
5.1.4 Conclusion 232

5.2. ANALYSE DES EFFETS MUTUELS DE L'AFFINITE ET DU TRAVAIL DOCUMENTAIRE DE PHILIPPE (PADC) 234
5.2.1 Affinité et système de ressources 235
Organisation des ressources cohérente avec le propos du groupe SESAMES : ressources de types différents dans chaque enseignement 235
Représentation schématique du système de ressources (RSSR) de Philippe : prise en compte un ensemble de ressources pour constituer une ressource fille 239
Synthèse de l'analyse du système de ressources de Philippe 241
5.2.2 Affinité et interactions avec les collègues 241
Différentes interactions en et hors de l'établissement de Philippe 241
Effets mutuels de l'affinité de Philippe et de ses interactions avec ses collègues 244
Synthèse de l'interaction de Philippe avec ses collègues 245
5.2.3 Affinité et travail documentaire, focus sur le spectre 246
Les ressources mères mobilisées, et les ressources mères structurantes (description et analyse) 246
Le processus de conception de la ressource fille et son résultat, description et analyse 249
Conception de la ressource fille 249
Résultat d'une interaction entre l'affinité disciplinaire et didactique « chimie » de Philippe et les ressources 251
Analyse de l'activité 1 251
Analyse de l'activité 2 252
Analyse de l'activité 3 et 4 et 5 253
La mise en œuvre de la ressource fille (description et analyse) 255
Effet de l'affinité sur la mise en œuvre de la ressource fille orientée 256
Capacité de l'enseignant à mettre en œuvre une situation complexe 256
Rapport aux élèves 258
Capacité de l'enseignant à aborder des formes de la conscience disciplinaire 261
Impact de l'affinité de Philippe sur les interactions avec ses élèves 263
La place donné au débat 263
Le savoir enseigné pour le tirer vers la chimie 264
Synthèse 268
5.2.4 Conclusion 269
5.3. COMPARAISON ENTRE LES DEUX ETUDES DE CAS ET CARTE D'IDENTITE D'AFFINITE 271
5.3.1 Des affinités différenciées 271
5.3.2 Des affinités qui interagissent avec tous les aspects du travail documentaire 272
5.3.3 Des cartes d'affinité qui synthétisent les résultats proposés 274

CHAPITRE 6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 281

6.1. RETOUR SUR LES QUESTIONS ET LES HYPOTHESES DE RECHERCHE 281
6.1.1 Conjonction de l'intérêt et de la conscience disciplinaires (resp. didactiques) 281
6.1.2 Les cohérences des affinités disciplinaires/didactiques 283
6.1.3 Les interactions entre affinités, ressources et pratiques des professeurs 284
Etude de cas : Jean (PADP) et Philippe (PADC) 285
Etude qualitative : étudiants en master se destinant à l'enseignement 287
6.1.4 Genèse de l'affinité disciplinaire (resp. didactique), ses conditions d'émergence et d'évolution 287
Emergence d'une affinité disciplinaire et didactique 287
Affinité disciplinaire (resp. didactique) pour une ou deux disciplines 288
Evolution de l'affinité disciplinaire et didactique 289
6.2. LIMITE DE L'ETUDE ET DOMAINE DE VALIDITE DES RESULTATS 291
6.3. DEVELOPPEMENTS THEORIQUES ET METHODOLOGIQUES 292
6.3.1 Développements théoriques 292
6.3.2 Développements méthodologiques 293
6.4. PERSPECTIVES 294

BIBLIOGRAPHIE 297

Introduction générale

La présente thèse est née d'interrogations personnelles. Avant de prendre la décision de m'impliquer dans ce travail de recherche en didactique de la physique et de la chimie, j'avais enseigné la chimie dans un lycée en Syrie, ainsi que certaines sous-disciplines de la chimie à l'Université d'Al Baath à Homs où j'ai découvert le métier de professeur, surtout en matière d'interactions avec les étudiants à propos des connaissances chimiques. Ayant suivi des formations universitaires très orientées en chimie (Licence en chimie et Master en chimie analytique), j'ai aimé enseigner cette discipline, ce qui m'a encouragé à poursuivre des recherches dans cette direction, pour explorer le lien entre préférences disciplinaire et didactique.

L'objet de ce travail est une étude épistémologique et didactique sur les rapports que les enseignants construisent avec les disciplines qu'ils enseignent, et ceci dans le cas particulier des professeurs de physique-chimie en France, car dans ce pays, un même professeur enseigne l'une et l'autre de ces deux disciplines.

L'interaction entre la physique et la chimie est un sujet riche et complexe. Les deux disciplines ont des points de contact, et elles s'appuient sur des concepts fondamentaux communs comme la masse, l'énergie, et la force. Comme la biologie, ce sont deux disciplines scientifiques expérimentales : elles ont comme critère final la validation de leurs propositions par l'expérience et donnent à la *modélisation* (Martinand, 1992) une place importante. L'activité de modélisation est un des éléments clés du travail en physique et en chimie, qu'il s'agisse du chercheur, de l'enseignant, ou de l'élève dans son cursus scolaire.

Mais ces deux disciplines se distinguent aussi épistémologiquement. Plusieurs recherches ont montré les spécificités de chacune de ces deux disciplines (Barlet, 1999 ; Robert & Treiner, 2004 ; Tiberghien, 1994, 2000 ; Johnstone, 1993 ; Le Maréchal, 1999 ; Houart, 2009 ; Kermen, 2007) :

- pour Robert & Treiner (2004), la physique est caractérisée par ses rapports étroits, *constitutifs*, avec les mathématiques parce que, selon ces auteurs, la plupart des concepts ont leur « transposition mathématique ». Ainsi, la physique entretient des rapports dialectiques aux mathématiques qui ne sont pas *d'application* mais de *constitution*. Il existe donc *une double émergence de la physique et des mathématiques* : d'une part, de nombreux concepts mathématiques sont issus de la formalisation de situations physiques : autrement dit la physique (par exemple la mécanique newtonienne) nourrit les mathématiques (en l'occurrence le calcul différentiel). D'autre part, les formalisations mathématiques outillent la physique (tableaux, graphiques, schémas, lois) : les mathématiques nourrissent la physique. Ces auteurs (ibidem) qualifient les relations entre la physique et les mathématiques comme étant de type *gagnant-gagnant* ;

- la chimie se distingue de la physique par son rapport très fort à l'expérimentation. En effet, la dialectique « modélisation-expérimentation » semble plus forte en chimie qu'en physique, à cause de la grande diversité expérimentale des réactions chimiques. Par ailleurs, le rapport de la chimie avec les mathématiques semble moins fort que celui de la physique : « La richesse et la complexité expérimentale ne s'accommodent pas comme en physique, d'une

modélisation très mathématisée et à fonction aussi prédictive. La modélisation et l'expérimentation entretiennent en chimie, plus qu'ailleurs, un rapport dialectique, un va-et-vient continu » (Barlet, 1999, p. 1432). De plus, la modélisation microscopique est associée à la dualité « espèce-structure », mais la chimie est une science expérimentale qui s'appuie sur les phénomènes expérimentaux (le niveau macroscopique). Selon Barlet (1999), les dialectiques « microscopique-macroscopique » et « modélisation-expérimentation » font la spécificité de la chimie : « la dialectique microscopique-macroscopique ou modélisation-expérimentation est ainsi une caractéristique épistémologique autant qu'une nécessité didactique : la compréhension profonde des observables macroscopiques et des données quantitatives passe nécessairement par des représentations pertinentes de leurs aspects microscopiques » (Barlet, 1999, p. 1440).

Physique et chimie se distinguent aussi du point de vue des « mondes » qu'elles mobilisent, ce qui entraîne une certaine autonomie didactique avec des enjeux d'apprentissage spécifiques :

- Tiberghien (1994) distingue, pour l'apprentissage de la physique, deux mondes (ou deux niveaux de connaissances) : le monde des objets et des événements (le réel) qui se réfère aux aspects observables du monde matériel, et le monde des théories et des modèles qui se réfère aux aspects permettant de rendre compte des situations matérielles, en termes de principes divers, de paramètres et de quantités. Ces deux catégories principales permettent de prendre en compte un aspect essentiel de l'apprentissage des sciences. Une des hypothèses est en effet que l'activité de modélisation pratiquée par l'apprenant tend à favoriser l'apprentissage de la physique. Tiberghien (2000) explique que l'établissement des liens à l'intérieur d'un même monde, ou entre les deux mondes, nécessite de bien faire la distinction entre ce qui relève du monde des objets et des événements et ce qui appartient au monde du modèle. Elle clarifie la nécessité de rendre évident que le monde des objets et des événements n'est pas la réalité, mais ce que perçoit l'individu de cette réalité. Cette perception n'est accessible au chercheur qu'à travers les verbalisations des individus à propos des objets et des événements. Plusieurs recherches (par exemple : Tiberghien, 1994 ; Le Maréchal & Bécu-Robinault, 2006) sont parties de l'hypothèse que la compréhension d'un concept physique impose à la fois de distinguer et de relier les deux mondes ;

- il existe plusieurs approches explicitant les différents niveaux de savoirs relatifs à l'enseignement de la chimie. Pour Johnstone (1993), les contenus en chimie, spécifiques à l'étude des structures moléculaires et de leurs transformations, peuvent être classés dans l'un ou plusieurs des trois mondes de savoirs suivants : le monde *macroscopique* (appelé également expérimental), le monde *submicroscopique* (molécule, atome) appelé également, dans certaines publications, *microscopique* et le monde de la *représentation* ou *symbolique* (symbole, équation, mathématiques). Le Maréchal (1999) reprend, pour la chimie, une approche voisine de celle décrite précédemment pour la physique : il considère que le fait que les théories et les modèles en chimie reposent sur une description de la structure et des propriétés d'entités microscopiques (atomes, molécules, ions) qui ne sont pas observables, impose de distinguer le monde perceptible et le monde des théories et des modèles, auquel correspond un troisième monde non-perceptible. En effet, chaque monde possède ses caractéristiques spécifiques. Tout d'abord, le monde macroscopique est associé à l'expérimentation. Dans ce monde, il est possible d'effectuer des descriptions quantitatives et

qualitatives en s'appuyant sur des observations, et de préciser les changements des composés chimiques à fin de réaction à travers leurs propriétés. Les deux autres mondes appartiennent au domaine de la modélisation. Il est nécessaire d'élaborer des représentations pour éclairer et expliquer au mieux les observations macroscopiques et pour être comprises et adoptées par la communauté scientifique. Si le monde microscopique se caractérise par le recours à la représentation iconique des molécules, atomes et ions via des modèles divers (modèles compacts, modèles boules et bâtons, modèles en trois dimensions, animations), le monde symbolique se base quant à lui sur un véritable langage chimique et mathématique dont les principaux représentants sont les symboles atomiques et l'équation de réaction (Houart, 2009). Par ailleurs, Kermen (2007) s'appuie sur trois mondes *(ou registres)* « théorique, modèle, empirique » pour analyser le contenu du programme de terminale S (2002) concernant l'évolution des systèmes chimiques. Pour étudier l'évolution d'un système chimique, il existe deux aspects correspondant au registre théorique, l'aspect cinétique qui s'intéresse à la vitesse à laquelle le système évolue d'une part, et l'aspect thermodynamique qui s'attache à la détermination du sens de l'évolution d'autre part. En conséquence, l'aspect cinétique nourrit deux modèles différents : modèle macroscopique cinétique (« équation chimique, vitesse de la réaction directe, vitesse de la réaction inverse ») et modèle microscopique cinétique (« ions, molécules en mouvement») ; et l'aspect thermodynamique donne la naissance au modèle thermodynamique (« équation chimique : réaction directe, réaction inverse »). Chacun de ces modèles a un rôle particulier : « on utilise un modèle différent : thermodynamique pour prévoir ou justifier une évolution ou une absence d'évolution, cinétique pour résoudre cette apparente contradiction que constituent la présence de toutes les espèces chimiques et une absence d'évolution dans l'état final d'un système ayant subi une transformation non totale » (ibidem, p. 36-37). Quant au registre empirique, il est commun aux différents modèles correspondant aux « espaces chimiques, transformations chimiques, événements ».

Malgré ces différences, les deux disciplines, physique et chimique, sont réunies, au collège et au lycée en France (du 6ème au 12ème grade), sous la dénomination *Sciences Physiques et Chimiques* (SPC) et sont enseignées par un seul et même professeur. Cette situation n'est pas universelle : en Allemagne, la chimie peut être enseignée avec la biologie, ou avec la physique ou encore avec les mathématiques. En Italie, les mathématiques et les sciences (physique, chimie, biologie,…) sont enseignées par un seul professeur au collège, la physique peut être enseignée avec les mathématiques par un seul professeur pendant les cinq années du lycée scientifique, les sciences naturelles (la chimie et la biologie et la science de la terre) sont enseignées par un seul professeur jusqu'à quatrième année du lycée, et la chimie-biologie est enseignée en 5ième année par un seul professeur. Dans d'autres pays (Brésil, Chine, Liban, Syrie par exemples), physique et chimie sont enseignées au lycée séparément, et par des professeurs différents. Il s'agit donc d'un choix institutionnel propre à chaque système d'enseignement, avec, sans doute, des conséquences pour les rapports que les enseignants (ou les professeurs en formation) construisent avec les disciplines qu'ils enseignent (ou enseigneront). C'est ce que nous voulons examiner dans le cas de la France.

La particularité de cette thèse est qu'elle veut saisir ces rapports et leur développement. Nous avons pris conscience que ce rapport aux disciplines influence la pratique des enseignants, la

conception de leurs leçons, leur rapport aux ressources documentaires, les interactions avec les collègues, les interactions avec les élèves, et vice-versa. Les rapports des professeurs avec la ou les discipline(s) qu'ils enseignent s'incarnent naturellement dans des ressources, et c'est un choix de cette thèse d'analyser ces rapports sous l'angle de ces ressources. Cette thèse s'inscrit ainsi dans le programme de recherche ANR ReVEA (Ressources vivantes pour l'enseignement et l'apprentissage[1]), qui s'intéresse à quatre champs disciplinaires (mathématiques, anglais, sciences physiques et chimiques - SPC -, sciences et technologies industrielles - STI). L'intérêt de ReVEA pour les SPC est motivé, justement, par le caractère *composite* de cette discipline :

> Nous allons ainsi explorer la gestion que font les enseignants des ressources, dans leur spécialité disciplinaire. Les disciplines composites (physique-chimie par exemple) vont nous permettre d'explorer cette même gestion dans un cas où le professeur a un enseignement en charge sans qu'il en ait acquis au cours de ses études universitaires une parfaite maîtrise (l'enseignement de la physique pour un chimiste par exemple, ou l'enseignement de l'algorithmique en mathématiques) (document scientifique de l'ANR ReVEA, p. 16).

Nous espérons que cette thèse pourra plus particulièrement contribuer, dans le cas de la discipline composite SPC, au deuxième objectif de ce programme ANR : *établir des modèles par discipline des modes de sélection, de conception et de transformation des ressources et modéliser les structures des systèmes de ressources des enseignants*.

Au-delà de cet objectif lié à ReVEA, nous espérons que ce travail de thèse pourra aider à penser la formation des enseignants, en donnant à l'épistémologie des disciplines, aux ressources spécifiques qui soutiennent leur enseignement, et aux interactions entre collègues, une place centrale.

Les différents volets de l'étude qui constitue notre travail sont présentés à travers la structure suivante :

- Le chapitre 1 précise notre problématique ;
- Dans le chapitre 2, nous présentons le cadre théorique qui permet d'approfondir notre problématique ;
- Le chapitre 3 est consacré à l'exposition de la méthodologie de recueil et d'analyse des données ;
- Le chapitre 4 est relatif à l'analyse des réponses des étudiants en master se destinant à l'enseignement et des enseignants en poste à des questions portant sur les rapports aux disciplines et à l'enseignement des disciplines ;
- Le chapitre 5 porte sur l'analyse de données relatives à deux études de cas ;
- Le chapitre 6 permet d'éclairer nos questions de recherche et de proposer quelques perspectives.

[1] ReVEA, réponse acceptée à l'appel d'offres 2013 « Apprentissages » de l'ANR (Agence nationale de la recherche en France), coordonnée par Eric Bruillard (site du projet : www.anr-revea.fr)

Chapitre 1. Problématique

Notre problématique concerne les rapports que les enseignants construisent avec les disciplines qu'ils enseignent, et ce, dans le cas des professeurs de Sciences Physiques et Chimiques (SPC) en France où un même enseignant enseigne ces deux disciplines au collège et au lycée. Nous étudions, dans l'état de l'art (§ 1.1), des concepts que nous considérons pertinents pour aborder les rapports des enseignants aux disciplines enseignées. Dans la deuxième partie (§ 1.2), nous présentons notre propre proposition pour l'étude de ces rapports. Enfin, nous présentons la conclusion de ce chapitre (§ 1.3).

1.1. État de l'art

Nous présentons dans cette partie le concept de *rapport au savoir* (§ 1.1.1), puis nous spécifierons ce rapport en évoquant les *intérêts disciplinaire et didactique* (§ 1.1.2) et les *consciences disciplinaire et didactique* (§ 1.1.3). La plupart de ces concepts concernent les élèves : nous verrons dans quelle mesure ils peuvent nous aider à entrer dans l'étude des rapports que les *professeurs* construisent avec les disciplines qu'ils enseignent.

1.1.1 Rapport au savoir

Nous présentons dans cette section ce que des chercheurs entendent par « rapport au savoir » dans plusieurs domaines scientifiques comme la psychologie clinique, la sociologie, l'anthropologie ainsi que les didactiques disciplinaires. Caillot (2014, p. 7) présente (Tableau 1) différentes approches de ce concept, en précisant l'objet du rapport au savoir, les dimensions de ce rapport, les acteurs impliqués et la nature de ce rapport :

	Approches			
	Clinique	**Socio-anthropologique**	**Anthropologique**	**Didactique**
Quelques noms	Beillerot, Mosconi, Blanchard-Laville	Charlot, Bautier, Rochex	Chevallard	Caillot, Maury, Venturini
Où ?	Université Paris 10 (Nanterre)	Université Paris 8 (Saint-Denis)	Marseille	Paris, Toulouse
Objet	Désir de savoir	Rapport à « l'apprendre »	Objets de savoirs identifiés	Objets de savoirs identifiés
Dimension	Identitaire	Identitaire Epistémique Sociale	Sociale Epistémique	Epistémique Identitaire
Acteur majoritaire	Enseignant / enseigné	Sujet, « petit d'homme »	Enseignant	Elève Enseignants
Singulier ou pluriel ?	Singulier	Singulier	Institutionnel Personnel	Pluriel

Tableau 1. Synthèse des approches de la notion du rapport au savoir (Caillot, 2014, p. 7)

Nous présentons chacune de ces approches.

Approche Clinique

Elle est largement développée à l'Université Paris 10 Nanterre, autour de Beillerot et de ses collègues (1996). Le rapport au savoir est pour eux lié « au désir *de* savoir où le savoir y est considéré comme un objet de désir parmi d'autres objets. Le savoir a la caractéristique d'être

distinct du sujet et extérieur à lui » (Caillot, 2014, p. 8). Mais, selon Caillot (ibidem), le désir de savoir n'est pas le rapport au savoir : le rapport au savoir peut être défini comme le « processus par lequel un sujet, à partir de savoirs acquis, produit de nouveaux savoirs singuliers lui permettant de penser, de transformer et de sentir le monde naturel et social » (Beillerot, 2000, p. 51).

Approche socio-anthropologique

Cette approche a été développée dans l'équipe ESCOL autour de Charlot, Bautier et Rochex. Pour Caillot (2014, p. 8), cette approche s'intéresse à la singularité du sujet et « la question du rapport au savoir prend sa source dans le fait qu'anthropologiquement l'homme apprend depuis qu'il est bébé jusqu'à sa mort ». Il précise qu'un bon exemple de cette problématique socio-anthropologique se trouve chez Charlot (1997, 2003) pour qui la question initiale est l'échec des élèves : le rapport au savoir renvoie à une conception du sujet et l'enfant construit son rapport au savoir en interaction avec les autres. Pour Charlot (1997) le rapport au savoir est « le rapport à l'apprendre ». Selon Caillot (ibidem), cette conception ouvre la porte en didactique à un rapport nouveau au savoir :

> J'étais peu satisfait par l'image de l'élève que renvoyaient les recherches en didactique des sciences des années 80-90 : c'était avant tout un sujet épistémique comme l'avait envisagé Piaget ou cognitif tel qu'il apparaissait quand on s'occupait de résolution de problèmes (*problem solving*) […] L'importance est que l'élève singulier et ses apprentissages (« l'apprendre ») sont au cœur de la problématique. L'approche socio-anthropologique permet d'introduire de la différentiation, là où la didactique avait trop tendance à ne considérer qu'un Élève avec un grand É (Caillot, 2014, p. 9).

Approche anthropologique didactique

Elle est introduite par Chevallard en didactique des mathématiques. Le rapport au savoir apparaît en 1992 dans un article où Chevallard (1992) distingue *rapport personnel* et *rapport institutionnel* à un objet de connaissance. L'institution peut être l'école, la famille, le cours, les travaux dirigés « L'objet se met alors à vivre pour le sujet, qui développe un rapport personnel à cet objet. Ce rapport peut évoluer et c'est l'apprentissage » (Caillot, 2014, p. 9). Cela permet de définir une anthropologie didactique : le rapport institutionnel à un objet est défini par les programmes et les manuels, ainsi que par les savoir-faire acquis précédemment. Au-delà, il convient de prendre en compte le rapport personnel des élèves, ainsi que des enseignants (en formation et en exercice). Nous approfondirons l'approche anthropologique du didactique plus loin (§ 2.2) parce qu'elle propose un outil qui permet d'analyser ces rapports personnel et institutionnel.

Dans l'étude didactique, le rapport au savoir est spécifique à telle ou telle discipline, comme par exemple : physique, mathématiques, économie, et on essaie d'appréhender l'élève dans sa singularité (Caillot, 2001). Caillot (2014) mentionne aussi qu'il n'existe pas un seul savoir mais *des* savoirs. De la même façon, il n'existe pas un seul rapport mais *des* rapports, également au pluriel. Il faut encore ajouter que le rapport à un objet de savoir n'est pas statique puisqu'il évolue dans le temps, pendant et après l'apprentissage.

Selon Caillot (2014), il existe plusieurs aspects distinguant les enseignants des élèves dans leurs rapports aux savoirs comme :

- Les premiers ont simultanément plusieurs rapports aux savoirs disciplinaires (selon le niveau d'enseignement qu'ils dispensent) ;
- Ils ont à distinguer ce qu'ils ont appris de ce qu'ils doivent faire apprendre ;
- Ils ont à intégrer des rapports aux savoirs professionnels indispensables pour l'exercice du métier (savoirs didactiques, gestions de classe, savoirs administratifs).

Leurs rapports s'enrichissent d'un rapport à l'apprendre, d'un rapport au faire-apprendre, des rapports aux savoirs professionnels, « en fait à ce qui touche directement à la professionnalité des enseignants » (Caillot, 2014, p. 13).

Nous avons présenté les approches du rapport au savoir. Nous allons présenter maintenant certains résultats de ces approches, ceux de Venturini pour les élèves.

Venturini (2005, p. 14) étudie les rapports aux savoirs de la physique dans le secondaire chez les élèves de la 4ème à la 1ère, en leur posant trois types de questions :

- Sur les apprentissages de la physique « qu'avez-vous appris en physique depuis que vous en faites ? » ;
- Sur les enjeux personnels de ces apprentissages « qu'attendez-vous de ce que vous avez appris en physique ? » ;
- et sur leur « état d'esprit », avec des questions comme « Avec quelles intentions, pour quelles raisons, venez-vous en cours de physique ? ».

Les réponses apportent des informations sur « la nature de la relation qu'il (élève) entretient avec la physique, sur le sens et la valeur qu'il attribue à cette relation, c'est-à-dire sur son rapport à la physique, au moment où il est interrogé » (Venturini, 2005, p. 14). Pour l'analyse des données et leur synthèse, l'auteur a isolé des « unités de sens » à partir des réponses des élèves, c'est-à-dire le mot ou la phrase essentiels qui répond à la question. A partir des réponses collectées, il a dégagé cinq critères qui construisent le rapport des élèves à la physique : le savoir appris, l'importance de la physique, les raisons de venir en cours de physique, et l'implication en classe de physique. A partir de ces critères, Venturini (2005) a pu définir cinq « idéal-types » d'élèves qui présentent chacune des spécificités propres. Il a, pour cela, établi une distinction entre « mobilisation *sur* la physique et mobilisation *en* physique[2] ». Il parle de « mobilisation forte en physique surtout pour la compréhension du monde qu'elle permet, mobilisation en physique et sur la physique dans un but faiblement utilitaire (études), mobilisation sur la physique à des fins essentiellement utilitaires, et non-mobilisation sur la physique et en physique » (Venturini, 2005, p. 27).

- Le premier rapport idéal-type se caractérise par une mobilisation forte en physique : une grande importance aux savoirs de la physique même à l'extérieur de l'école surtout car cela permettent aux élèves de comprendre le monde ;

[2] « - *sur* la physique quand l'élève attribue du sens au fait même d'aller en cours de physique, sans que cela ne débouche sur un travail conduisant à des apprentissages stabilisés, effectifs ;
- *en* physique quand l'élève, en plus d'être mobilisé sur la physique, fournit une activité efficace conduisant à de réels apprentissages » (Venturini, 2005, p. 20).

- Le deuxième idéal-type fait preuve d'une moindre mobilisation en physique que le premier : plutôt en raison de son utilité stratégique vis-à-vis de son projet d'études, même si la compréhension du monde n'est pas absente totalement ;
- Le troisième idéal-type est caractérisé par une faible mobilisation en physique et moins stable que dans les deux cas précédents : les savoirs ont, pour les élèves concernés, une importance irrégulière qui apparaît quand il devient nécessaire d'améliorer les résultats scolaires ;
- Pour le quatrième idéal-type, la mobilisation sur la physique repose sur le fait d'aller en cours de physique et non sur les savoirs eux-mêmes, sans que cela soit forcement associé à un travail efficace permettant de stabiliser les éventuels apprentissages réalisés. Les élèves sont mobilisés sur la physique en raison de l'utilité qu'elle est supposée avoir vis-à-vis de leur futur métier ou de la vie quotidienne ;
- Le cinquième idéal-type est caractérisé par une non-mobilisation sur la physique, et également, une non-mobilisation en physique c'est-à-dire ni la discipline ni les savoirs disciplinaires n'ont d'importance pour les élèves concernés.

Nous avons présenté des approches (clinique, socio-anthropologique, anthropologique didactique) qui abordent le concept du rapport au savoir concernant des élèves et des enseignants. Nous retenons qu'il n'existe pas un seul savoir, mais plusieurs, ainsi qu'il n'existe pas un seul rapport, mais plusieurs c'est-à-dire *des* rapports *aux* savoirs. Ceux-ci seront aussi spécifiques de la discipline comme par exemple : physique, chimie, biologie. Et plus particulièrement du contenu d'une discipline. Les rapports aux savoirs sont les relations que la personne et l'institution entretiennent avec le (les) savoir(s) et peuvent être distingués en rapport personnel et rapport institutionnel. Nous retenons l'approche anthropologique du didactique (Chevallard, 1998) qui nous permettra d'étudier la pratique de l'enseignant (rapport personnel), ainsi que le savoir en jeu dans les programmes scolaires (rapport institutionnel) en nous appuyant sur un outil d'analyse, la praxéologie[3] que nous présenterons dans le cadre théorique (§ 2.2).

Nous recherchons maintenant un concept qui précise et spécifie les rapports aux savoirs des enseignants de SPC pour une discipline donnée (physique ou chimie). C'est le sujet de la prochaine section (§ 1.1.2).

1.1.2 Intérêt disciplinaire et didactique

Nous présentons dans cette section des définitions du concept *d'intérêt* chez les élèves, ensuite des conditions pour que l'activité scolaire dirigée par l'enseignant engendre l'intérêt chez les apprenants, et des relations entre l'intérêt et la réussite des élèves, puis une étude sur l'image de la physique et de la chimie dans l'enseignement et plus particulièrement chez les élèves. Enfin, nous présentons ce que nous retenons de ces approches pour définir l'intérêt disciplinaire et didactique chez les enseignants.

Le concept d*'intérêt* (Larcebeau, 1955 ; Gardner, 1996 ; Krapp & Prenzel, 2011) est défini comme une relation particulière entre une personne et un objet. Il est associé à une volonté

[3] Praxéologie ou organisation praxéologique : le type de tâche ou la tâche qui appartient à ce type, la(les) technique(s), la(les) technologie(s), la(les) théorie(s) (Chevallard, 1998).

marquée d'acquérir de nouvelles connaissances spécifiques dans le domaine concerné (composante cognitive-épistémique). Pour sa part, Larcebeau (1955, p. 393) le définit ainsi : *« l'intérêt suscite l'attention, l'intérêt s'accompagne d'un sentiment de plaisir ou de déplaisir (aversion) ; l'intérêt est dynamique »*. Un intérêt est donc toujours dirigé vers un objet, une activité, un domaine de connaissances ou un objectif : « On ne peut pas simplement avoir un intérêt : il faut s'intéresser à quelque chose » (Gardner, 1996, p. 6).

L'intérêt pour une discipline s'exprime chez les élèves par une attention particulière, une préférence marquée, un investissement plus important (passer beaucoup de temps), surtout au moment des transitions d'un niveau scolaire à un autre (par exemple, lors du passage du collège au lycée). Viau (2004) a dégagé dix conditions pour qu'une activité scolaire suscite l'intérêt des élèves :

> Être signifiante aux yeux de l'élève ; être diversifiée et s'intégrer aux autres activités ; représenter un défi pour l'élève ; exiger un engagement cognitif de l'élève ; responsabiliser l'élève en lui permettant de faire ses choix ; avoir un caractère authentique à ses yeux ; permettre à l'élève d'interagir et de collaborer avec les autres ; comporter des consignes claires ; se dérouler sur une période de temps suffisante (p. 7).

L'intérêt des élèves pour une discipline, le plaisir de l'étudier et la réussite dans cette étude apparaissent liés. Ainsi, selon le rapport international de l'OCDE (2004) :

> Il est délicat de comparer les valeurs absolues d'indice entre les pays, mais rien n'empêche de comparer à quel point l'intérêt et le plaisir des mathématiques sont corrélés avec la performance des élèves dans chaque pays. Les résultats de PISA 2003 ne montrent pas que les pays dont l'intérêt des élèves est plus manifeste obtiennent en moyenne de meilleurs résultats en culture mathématique… En revanche, les résultats montrent qu'au sein de chaque pays, les élèves dont l'indice d'intérêt et de plaisir des mathématiques est plus élevé tendent à afficher de meilleures performances que les élèves dont l'intérêt et le plaisir des mathématiques est moindre (p. 126).

Une étude sur l'image de la physique et de la chimie au lycée a été conduite par la Direction de l'Évaluation de la Prospective et de la Performance (DEPP, Ministère de l'éducation nationale), à partir d'un échantillon représentatif de lycées d'enseignement généraux et technologiques (LEGT) et de lycées professionnels (LP). L'enquête concernait à la fois les proviseurs, les enseignants et les élèves (Alluin, 2007). Les élèves de seconde et de terminale, étudiant ou non la physique-chimie, ont été interrogés sur l'image qu'ils se font de la physique et de la chimie ainsi que de leur enseignement et leur apprentissage.

Les résultats de l'étude montrent que les élèves étudiant la physique et la chimie ont tous fondé leur intérêt sur leur caractère expérimental, mais avec des différences marquées selon leur sexe[4] (les garçons aiment les expériences plus particulièrement en physique et les filles plus particulièrement en chimie). A l'inverse, la plupart des élèves n'aiment pas calculer (en physique : notamment les filles en seconde) et apprendre des formules aussi bien en physique qu'en chimie (surtout les garçons en Terminale S). Des élèves qualifient la chimie d'amusante (en TS LEGT (53% des élèves), TS LP (48%), en 2nde LEGT (61%), en 2nde LP (36%)) et la

[4] Dans notre travail, nous avons rencontré ce fait que les filles sont plus orientées vers la chimie et les garçons sont plus orientés vers la physique (§ 4.2.1). C'est un fait qui est validé par nombreuses études mais nous n'avons pas choisi d'étudier particulièrement.

physique d'intéressante mais difficile (en TS LEGT (39% des élèves), en TS LP (38%), en 2nde LEGT (44%), en 2nde LP (41%)).

> Ce qui revient le plus, du point de vue positif, est de pouvoir faire des expériences, en physique (notamment les garçons), mais surtout en chimie (notamment les filles). En revanche, ce qui n'est pas apprécié en physique, ce sont les calculs (en particulier pour les filles, en seconde), et, en physique comme en chimie, l'apprentissage des formules par cœur (surtout les garçons, en Terminale (Alluin, 2007, p. 52).

Parmi les élèves de terminale qui n'étudient pas la physique et la chimie, plus d'un élève sur deux déclare ne pas aimer la physique et la chimie, car ils craignent que ces matières leur soient inaccessibles du fait de leur faible niveau en mathématiques :

> La grande majorité des élèves (75% en LEGT, 80% en LP) déclare ne pas avoir souhaité choisir une filière scientifique ou industrielle ; ils sont encore plus nombreux à ne pas avoir envisagé un métier nécessitant des études scientifiques. Les raisons pour lesquelles les élèves interrogés n'ont pas choisi une telle filière sont liées avant tout à leur désintérêt pour la physique-chimie (54% en LEGT, 55% en LP), ainsi qu'au trop faible niveau en mathématique (51% en LEGT, 43% en LP) et en physique-chimie (55% en LEGT, 45% en LP). Ce dernier est fortement lié au désintérêt pour la physique-chimie, notamment en LP. On n'observe pas en revanche de lien entre le fait d'apprécier ou non la physique-chimie et le faible niveau en mathématiques. Le point le plus inquiétant est que, contrairement à leurs camarades « scientifiques », une nette majorité d'élèves estiment que ce qu'ils ont appris en physique-chimie ne leur sert pas dans la vie quotidienne (Alluin, 2007, p. 19).

Ces élèves déclarent que la physique est difficile alors que la chimie est amusante :

> Les élèves n'étudiant pas la physique-chimie estiment que la physique est avant tout difficile et ennuyeuse, et la chimie avant tout amusante (en LEGT) ou créative (en LP). Par comparaison avec les opinions des élèves étudiant la physique-chimie, les notions de « concret » ou « utile » reviennent beaucoup moins souvent, alors que la notion d'« ennuyeux » était peu représentée chez leurs camarades (contrairement à « difficile ») (Alluin, 2007, p. 19).

Ainsi, le désintérêt des élèves pour la physique et la chimie semble lié à leur faiblesse en mathématiques et en physique-chimie. Ils considèrent aussi que ce qu'ils ont appris en physique et en chimie n'est pas utile dans la vie quotidienne.

Les raisons déclarées par les professeurs de physique-chimie concernant l'intérêt pour enseigner ces matières reposent :

- Dans les lycées généraux, sur l'aspect expérimental (35% des professeurs interrogés) ainsi que sur les formations universitaires reçues (24%) (quelques citations : « j'ai fait un DEUG math-physique et j'ai alors découvert que je préférais la physique ; en fin de maîtrise j'ai rencontré par hasard mon professeur de physique-chimie de terminale qui m'a conseillé de faire un dossier pour préparer l'agrégation », « mon parcours universitaire : diplôme d'ingénieur ; j'ai préféré être prof de physique plutôt que de maths à cause des TP qui me donnaient l'assurance de faire un enseignement moins magistral » (Alluin, 2007, p. 21-22) et sur l'intérêt porté à l'étude de la discipline et la compréhension du monde qu'elles donnent (25%) ;
- Dans les lycées professionnels, sur l'aspect concret, supposé important pour les élèves (50% des enseignants) « on peut réaliser des expériences ; plus concret pour les élèves » (Alluin, 2007, p. 22), alors qu'un quart des enseignants parlent de leur formation

universitaire (quelques citations : « en tant que PLP, je suis bivalent maths-sciences », « parce que je suis PLP maths-sciences et que la bivalence est obligatoire ; je suis de formation mathématique » (Alluin, 2007, p. 22), et un quart des enseignants ne répondent pas.

La majorité des enseignants (en LEGT et LP) considèrent que l'enseignement de la physique et de la chimie ouvre la porte sur, à la fois, une réflexion intellectuelle et une action sur le monde.

Les enseignants qui n'enseignent pas la physique et la chimie évoquent comme principaux apports de ces disciplines aux élèves : le développement du raisonnement, la compréhension du monde réel, et une application des mathématiques. Selon eux, la physique et la chimie sont des matières « utiles, concrètes, intéressantes et rigoureuses (mais parfois moins que les autres) » (Alluin, 2007, p. 19).

Les chefs d'établissements pensent que le statut des mathématiques par rapport aux autres disciplines scientifiques ne serait pas « privilégié » et ils partagent l'opinion des enseignants « sur les bonnes conditions de travail faites à la physique-chimie dans les établissements » (Alluin, 2007, p. 15). Les chefs d'établissements confirment que « les apports de la physique-chimie les plus importants pour un élève sont la compréhension du monde et la démarche expérimentale en LEGT, la formation professionnelle en LP » (Alluin, 2007, p. 15).

Nous avons présenté dans cette section, d'abord, ce qu'on entend par l'intérêt, de manière générale et plus particulièrement chez les élèves : une relation entre une personne et un objet qui suscite le plaisir ou le déplaisir, ensuite les conditions pour susciter l'intérêt chez les élèves à travers l'activité scolaire et les relations entre l'intérêt des élèves et la réussite scolaire, puis les résultats particuliers de l'intérêt des élèves pour la physique et la chimie à travers leur image de ces deux disciplines. Ces travaux concernent plus particulièrement les élèves.

Dans le cadre de notre problématique, nous voulons étendre ce concept au cas spécifique des enseignants. Ce n'est pas seulement pour étudier l'intérêt des enseignants pour la (les) discipline(s) elle(s)-même(s) mais pour étudier l'intérêt des enseignants pour l'enseignement de cette (ces) discipline(s). Nous distinguons, donc, dans les définitions que nous proposons, l'intérêt des enseignants pour une discipline elle-même et celui pour l'enseignement de cette discipline.

Nous définissons *l'intérêt disciplinaire chez un enseignant* par un rapport particulier avec la discipline, marqué par la préférence et le plaisir pour cette discipline (par exemple : aimer cette discipline, s'intéresser aux objets de cette discipline, consacrer beaucoup de temps pour lire des ouvrages liés à cette discipline).

Une discipline est vécue, *pour un enseignant*, à plusieurs niveaux : il y a la discipline scolaire quand il était élève, la discipline universitaire quand il était étudiant, la discipline de recherche et la discipline scolaire enseignée, ce qui est différent des élèves.

Nous définissons *l'intérêt pour l'enseignement d'une discipline*[5] chez les enseignants comme un rapport particulier avec l'enseignement de cette discipline, marqué par la préférence et le plaisir pour enseigner cette discipline (par exemple : aimer l'enseignement d'une discipline scolaire - ses thèmes, ses sous-disciplines -, s'intéresser à renouveler son enseignement, consacrer du temps pour l'enseignement de cette discipline).

Notre hypothèse est que l'intérêt disciplinaire ou didactique chez les enseignants de SPC peut être faible, moyen, fort ou très fort. Nous soutenons l'hypothèse que cet intérêt disciplinaire ou didactique est *dynamique*, pouvant passer par des phases de *stabilité* et des phases *d'évolution*. Nous appellerons « intérêt relatif disciplinaire (resp. didactique) » la différence entre l'intérêt pour une discipline et l'intérêt pour l'autre discipline. Cet intérêt relatif caractérise l'écart entre l'intérêt pour chacune des disciplines. L'intérêt relatif peut être faible, moyen, fort ou très fort. Si l'intérêt est identique pour les deux disciplines nous parlerons d'intérêt relatif nul.

Nous avons présenté ce que nous entendons, chez les enseignants, par les concepts d'intérêt disciplinaire et d'intérêt didactique. Nous avons aussi fait des hypothèses sur les propriétés de ces intérêts : fort, faible, relatif. Parler d'intérêt disciplinaire ou d'intérêt didactique (rapport de préférence ou rapport de plaisir) constitue une première approche du rapport à une discipline. Il faut sans doute aller plus loin dans le sens de la maîtrise et de la compréhension de ce rapport à une discipline. C'est pour cela que nous aurons recours, dans la section suivante, aux concepts de conscience disciplinaire et de conscience didactique (§ 1.1.3).

1.1.3 Conscience disciplinaire et didactique

Nous présentons dans cette section la construction et la définition du concept de *conscience disciplinaire* (Reuter, 2003 ; Reuter, 2007b). Nous évoquons ensuite quelques résultats concernant la conscience disciplinaire chez les élèves (Reuter, 2013) et nous proposons notre propre proposition de conscience disciplinaire chez les enseignants. Puis, nous présentons ce que l'on entend par la *conscience professionnelle* et nous proposons enfin notre propre proposition de *conscience didactique*.

Reuter (2003) étudie les représentations que se font les élèves des différentes disciplines scolaires, de leur champ respectif et du corps de savoirs auxquels elles se réfèrent, dans un ouvrage dédié à cette question : « Conscience disciplinaire. Les représentations des disciplines à la fin de l'école primaire ». Il y évoque les difficultés des élèves du primaire pour délimiter les différents espaces disciplinaires[6] : « ils ne savent pas dire à quelle matière renvoie l'exercice effectué. Elles (les difficultés) peuvent encore prendre la forme, dans le secondaire principalement, de reconstructions des disciplines éloignées de leur définition et/ou de leur conception par les instructions officielles ou par les enseignants » (Reuter, 2013, pp. 11-12).

[5] Nous utiliserons l'expression de *intérêt didactique* pour désigner l'intérêt pour l'enseignement d'une discipline.

[6] Espace disciplinaire : « Il s'agit d'une *construction* (socio-scolaire) ; quatre espaces principaux concourent à cette construction. Celui des prescriptions (*via* les textes officiels notamment), celui des recommandations (*via* la formation, les manuels, les associations), celui des représentations et celui des pratiques » (Reuter, 2007b, p. 59).

Le concept de *conscience disciplinaire*, proposé par Reuter (2007b, p. 57), concerne « la manière dont les acteurs sociaux, et plus particulièrement les acteurs scolaires, (re) construisent les disciplines scolaires ». Reuter (2007b, 2013) distingue, à partir de cette définition, deux parties, deux terrains de questionnements et deux utilités. Les deux parties dans cette définition sont (les destinataires, les contenus) (Reuter, 2007b) :

- D'un côté, il faut s'intéresser à tous les acteurs concernés et ainsi étudier la conscience disciplinaire chez les maîtres mais aussi les parents d'élèves, les formateurs, les inspecteurs, voire les chercheurs et bien entendu les élèves ;
- De l'autre côté, l'auteur insiste pour la mise en œuvre de son concept sur : les formes de ces (re) constructions et leur plus ou moins grande clarté.

Les terrains de questionnements sont présentés à partir de deux postulats essentiels :

- Le premier est lié à l'importance accordée au concept de *discipline* (scolaire) et à son retravail : « Il s'agit d'une *construction* (socio-scolaire) ; quatre espaces principaux concourent à cette construction. Celui des prescriptions (*via* les textes officiels notamment), celui des recommandations (*via* la formation, les manuels, les associations), celui des représentations et celui des pratiques » (Reuter, 2007b, p. 59) ;
- Le second, étroitement articulé au premier, est orienté vers la connaissance des phénomènes que tend à rencontrer ce concept dans trois directions complémentaires : « L'appréhension systématique des (re)constructions des disciplines et de leurs variations ; les relations entre ces (re)constructions et les modes d'enseignement ; les relations entre ces (re)constructions et les catégories d'élèves » (Reuter, 2007b, p. 59).

Reuter (2013) distingue deux types d'utilités pour la conscience disciplinaire, les premiers « théoriques » et les seconds « pragmatiques » :

- Les utilités théoriques de ce concept résident dans une large mise en relation avec d'autres travaux, relevant d'autres disciplines (didactique, sociologie) comme *les rapports à, les représentations, la clarté cognitive*[7] : « d'une part en travaillant dans une perspective didactique l'importation de concepts issus d'autres disciplines de recherche, d'autre part en améliorant le tissage des relations avec les autres concepts d'ordre didactique » (Reuter, 2013, p. 12). Mais, il ne faut pas transférer sans précaution des concepts issus d'autres champs disciplinaires et, en tant que tels, tributaires de leur cadre d'origine :

> De ce point de vue, le concept de conscience disciplinaire retravaille d'autres concepts, dont il est proche et auxquels il doit sans doute beaucoup, tels rapports, représentations, ou encore clarté cognitive […]. Mais d'autre coté, le concept de conscience disciplinaire introduit une rupture fondamentale avec ces concepts proches, en spécifiant cette (re)construction du monde en relation avec les disciplines. Il ne s'agit donc pas de représentations « en général », qu'elles soient de surcroît, supra-disciplinaires ou à l'inverse infra-disciplinaires, mais de l'actualisation (postulée) de la discipline en tant que configuration, dans l'esprit des apprenants » (Reuter, 2013, p. 12).

[7] Downing et Fijalkow (1984) décrivent la théorie de la *clarté cognitive* comme étant la compréhension des buts et fonctions de la langue, la différentiation entre lecture et écriture ainsi que la maîtrise du métalangage (caractéristiques techniques). Ces trois concepts permettent de mettre à jour certaines représentations de l'enfant sur la langue écrite.

- Les utilités pragmatiques de ce concept se situent dans le cadre d'un « travail empirique et des résultats qu'il permet de produire » (Reuter, 2013, p. 13). Mais, au-delà, ils ouvrent tout un champ de progrès possible dans les pratiques de l'enseignement. L'exploitation de ce concept permet d'affiner les questions et donne des moyens pour les traiter.

Nous avons présenté ce que Reuter entend par le concept de conscience disciplinaire, sa construction, ses composantes, ses questionnements et ses utilités. Nous allons maintenant donner quelques résultats concernant ce concept.

Dans l'ouvrage publié en 2013, Reuter et ses collègues ont conçu des questionnaires (trois questionnaires posés aux élèves : un questionnaire par semaine) et des entretiens avec des élèves et des enseignants, afin d'évaluer la conscience disciplinaire sur les différents espaces disciplinaires chez les élèves dans l'école primaire. Le questionnaire vise à « interroger les élèves sur leur identification et leurs modes d'identification des espaces disciplinaires » (Hassan & Lahanier-Reuter, 2013, p. 24). Pour cela, ils demandaient aux élèves de lister les disciplines qu'ils étudiaient à l'école et les organiser par ordre d'importance puis ils posaient les questions suivantes : « A quoi reconnais-tu que tu es en cours de (mathématiques, français, sciences, histoire-géographie) ? A ton avis, y a-t-il à l'extérieur de l'école des (mathématiques, français, sciences, histoire, géographie) ? Depuis quand fais-tu du français, etc. ? » (Hassan & Lahanier-Reuter, 2013, p. 24). Pour comprendre les façons dont les élèves se construisent en tant qu'élèves dans l'espace d'une discipline, les chercheurs ont posé les questions suivantes : « Qu'est-ce que tu fais en (…) ? Qu'est-ce que tu as appris d'important en (…) ? Qu'est-ce qui est nécessite selon toi pour réussir en (…) ? A ton avis à quoi sert le (…) ? A quoi fais-tu attention quand tu es en cours de (…) ? A ton avis, pourquoi fait-on du (…) à l'école ? Est-ce que ton maître t'a déjà expliqué pourquoi ? Peux-tu nous expliquer un peu ? » (Hassan & Lahanier-Reuter, 2013, p. 24).

Reuter & Delcambre (2013) confirment l'importance des concepts « de *conscience disciplinaire*, de *configurations disciplinaires*[8] et *d'espace* ». Ils indiquent que les chercheurs ont identifié chez les élèves 102 appellations différentes de matières. Celles-ci sont différentes selon les instructions officielles, les sous-disciplines, les activités (piscine), les espaces-temps (stages), les contenus (mesure). Les matières les plus citées sont les mathématiques, le français, l'histoire, les sciences et la géographie. Les matières les plus souvent mentionnées et valorisées sont le français et les mathématiques, par rapport au temps consacré et aux discours qui les soutiennent. Les auteurs (ibidem) expliquent la variation des modes de conscience disciplinaire en relation au cursus (CM1/CM2..), au climat des classes (la communauté que forment les élèves, les variations liées au maître ou les configurations disciplinaires, la présence de spécificités singularisant nettement les classes et cela, malgré l'écart entre le

[8] Selon Reuter et Lahanier-Reuter (2004), les savoirs et pratiques sont différents selon les classes scolaires (CM2, première,…), les disciplines (mathématiques, français,…), les filières (générale, professionnelle,…), les pédagogies (classique ou innovant). Cela les a amené à parler de configuration disciplinaire : celle qui organise de manière spécifique « les composants de la discipline, selon des espaces tel que celui de la prescription (textes officiels), de l'encadrement des pratiques (inspection, formation, militantisme, manuels,…), des pratiques sur le terrain, des représentations des acteurs […]. Nous distinguons, par voie de conséquence, la discipline en tant qu'elle est *prescrite*, en tant qu'elle *recommandée*, en tant qu'elle est *représentée*, en tant qu'elle est *actualisée* dans les pratiques (« réelles »), chacun de ces « niveaux », ainsi que leurs relations, faisant/pouvant faire l'objet de recherches afin de saisir la *configuration* […] » (Reuter & Lahanier-Reuter, 2004, p. 4-5).

discours du maître et celui des élèves dans les classes considérées), et aux pédagogies (les auteurs mentionnent deux pédagogies : « classique et Freinet »). Reuter & Delcambre (2013) soulignent « trois dimensions » importantes de ces variations et « deux paradoxes » : premièrement, les classes Freinet par rapport aux autres donnent la plus grande place aux formes langagières « lire, écrire, parler, écouter » dans toutes les disciplines. Deuxièmement, les élèves de ces classes mentionnent aussi les activités scientifiques qu'ils font comme des conférences, des exposés, des stages, des rapports d'étonnement « (quoi de neuf ?) ». Troisièmement, les élèves de ces classes mettent également en évidence les échanges avec leur famille. Le premier paradoxe concerne l'écart entre les désignations des maîtres « Freinet » qui parlent « d'étude de la langue ou d'ORL[9] » et les élèves qui parlent de « grammaire ». C'est quand les matières scolaires semblent prendre les formes les moins classiques que les élèves repèrent le mieux leur continuité, c'est le deuxième paradoxe. En effet, alors que le statut des disciplines (désignations traditionnelles ou officielles, outils, exercices typiques) semble bien moins établi dans l'école « Freinet » que dans les écoles « classiques », les élèves exposés à cette pédagogie repèrent pourtant plus précisément les origines des disciplines, dès l'école maternelle.

Reuter & Delcambre (ibidem) soulignent les spécificités de chaque discipline : français, mathématiques et sciences[10]. Le français semble une discipline importante et identifiée mais multiple. Il s'agit en l'occurrence du triplet : grammaire, orthographe et conjugaison, dont le poids est plus important que le triplet : lecture, écriture et oral. Une autre spécificité du français réside dans « le poids de la norme ». Dans les spécificités des mathématiques, les auteurs mentionnent des éléments propres aux mathématiques (espace disciplinaire reconnu et délimité et ayant des appellations partagées) :

> Il s'agit […] d'un espace disciplinaire bien reconnu, délimité, avec des appellations partagées par les différents acteurs, y compris les familles […] Mais la reconnaissance des mathématiques par les élèves présente une singularité celle de passer souvent par ce qui constitue une langue pour les élèves, avec ses chiffres, ses nombres et ses opérations [….] En tout cas, de fait, les opérations sont emblématiques des mathématiques à la fin de l'école primaire. Reste que l'identité et l'unité que nous avons mentionnées n'empêchent nullement des variations de configurations disciplinaires autour de deux pôles bien marqués : problèmes et exercices d'un côté, ou cours et leçons d'un autre côté (Reuter & Delcambre, 2013, p. 108).

Les spécificités de la discipline scolaire appelée « sciences », selon les auteurs (ibidem), tiennent à plusieurs éléments : il existe une grande diversité d'appellations (ce qui est différent des mathématiques), de contenus et de thèmes, avec des variations importantes dans les sciences enseignées selon les classes : « Il s'agit sans nul doute d'une discipline hétérogène susceptible de s'actualiser sous des formes très différentes » (Reuter & Delcambre, 2013, p. 109). Par rapport aux contenus, il s'agit non seulement de savoirs, mais aussi d'expérimentations et de gestes sociaux, par exemple « ne pas jeter de papiers par terre ». Le repérage disciplinaire est différent des mathématiques et du français parce qu'il repose sur « des changements de salle et/ou de maître et/ou de modalités de travail » (Reuter

[9] ORL : Observation Réfléchie de la Langue.

[10] Sciences constitue une discipline scolaire à l'école primaire qui contient la physique, la chimie, les SVT, la technologie.

& Delcambre, 2013, p. 109). Les relations au monde en dehors de l'école sont inséparables de la discipline et passent par :

> « Les médias (via notamment les documentaires), la découverte ou l'examen du monde qui les entoure, le rapport à leur corps… les rapports à la « réalité » et l'utilité sont ici fortement marqués. Il s'agit d'une discipline dont les élèves déclarent plus nettement et plus immédiatement qu'elle donne prise sur le monde et sur leur propos corps » (Reuter & Delcambre, 2013, p. 109).

La dernière spécificité de cette discipline scolaire et qui est propre à celle-ci est l'émotion : « l'émotion et notamment du dégoût, qui fait que des élèves peuvent apprécier globalement le cours tout en trouvant qu'il y a quand même des choses dégoûtantes » (Reuter & Delcambre, 2013, p. 109). Selon les auteurs, ce qualificatif de « dégoûtant » est à mettre en relation avec les organes, le sexe ou encore la mort.

Nous voyons que le concept de conscience disciplinaire est vu comme une représentation des disciplines chez les acteurs sociaux, surtout scolaires. Les travaux sur la conscience disciplinaire (Reuter & Delcambre, 2013) mentionnent qu'il existe des modes (formes) de conscience disciplinaire qui permettent la construction, par les élèves, des représentations des espaces disciplinaires. Ces modes découlent des instructions officielles, des emplois du temps, des activités, de la pédagogie en classe et même du milieu d'origine. Selon Reuter (2013), le concept de conscience disciplinaire constitue une rupture avec des concepts didactiques voisins (rapports à, clarté cognitive, représentation) et il permet d'ouvrir « le dialogue interdisciplinaire (avec la sociologie notamment, quant à la transmission familiale du disciplinaire), ainsi que d'engendrer des pistes méthodologiques stimulantes pour diverses disciplines » (Reuter, 2013, p. 14). Nous essaierons dans notre étude de lier la conscience disciplinaire avec l'intérêt disciplinaire pour construire le nouveau concept « d'affinité disciplinaire » (§ 1.2.1).

Les travaux de Reuter (2003, 2007b, 2013) concernent la conscience disciplinaire chez les élèves du point de vue des problèmes d'identification d'une discipline donnée. La conscience disciplinaire s'applique, avec des nuances, à l'ensemble des disciplines enseignées comme dans le domaine des sciences physiques-chimiques qui font l'objet de notre étude. Il concerne aussi bien les élèves que les enseignants, même si les formes prises par la *conscience disciplinaire* pour ces deux types d'acteurs seront différentes. Il s'agit, pour nous, d'étudier la conscience disciplinaire, non pas chez les élèves, mais chez les professeurs de SPC dans le secondaire. Cette conscience passe par plusieurs étapes dans sa genèse : conscience en tant qu'élève, en tant qu'étudiant, entant qu'enseignant[11]. Cela nous a amené à faire évoluer ce concept de conscience disciplinaire. Au niveau secondaire, il semble en effet que les élèves distinguent naturellement la physique et la chimie du fait d'arrières plans distincts (exercices différents, concepts différents), des lieux spécifiques pour chaque discipline (salle de TP physique, salle de TP chimie, produits chimiques, instruments physiques). Les élèves distinguent naturellement aussi la physique et la chimie et les mathématiques ou le français du fait des enseignants différents (physique-chimie, mathématiques, français).

[11] Les outils méthodologiques appliqués concernent le suivi des enseignants. Il n'y a pas d'outils spécifiques pour les élèves.

Nous définissons la conscience disciplinaire comme la manière dont l'acteur (les enseignants dans notre étude) se représente la (les) discipline(s) académique(s). Cette représentation concerne chez les enseignants l'épistémologie, l'histoire, les objets, les problèmes traités et les applications dans la vie quotidienne de la discipline académique[12] concernée.

Dans le domaine des SPC, notre expérience propre nous permet de conjecturer que les formes de conscience disciplinaire pour la physique et/ou la chimie chez les enseignants de physique-chimie au niveau secondaire (en master se destinant à l'enseignement ou expérimentés) se manifestent par :

- leur représentation de la structure de la chimie et de la physique (la chimie est la science de la matière, la physique est la science qui décrit et explique les mouvements qui nous entoure) ;
- leur représentation de l'épistémologie de la physique et de l'épistémologie de la chimie (la chimie a des rapports particuliers au niveau microscopique (atomes, ions) dans l'expérimentation, la physique a des rapports particuliers aux mathématiques) ;
- les objets de l'étude de la physique et de la chimie (l'objet de l'étude de la physique est décrire le monde, l'objet de l'étude de la chimie est la transformation de la matière et l'analyse qualitative et quantitative pour (les molécules, les atomes) dans diverses échantillons (eau)) ;
- les relations avec les disciplines voisines (la physique a des liens particuliers avec mathématiques ou la géologie ; la chimie a des liens particuliers avec la biologie) ;
- leur utilité dans la vie quotidienne (physique et chimie : énergie, chimie : pharmacie et produits industriels, physique : électrique, instrument médical).

Comme le travail central du professeur est l'enseignement des disciplines, et la préparation de cet enseignement, il semble naturel que l'enseignant ait une conscience pour l'enseignement de cette (ces) discipline(s). Un enseignant agit en fonction « d'idées, de motifs, de projets, de buts, bref, d'intentions ou de raisons dont il est « conscient » et dont il peut en général rendre compte, par exemple lorsqu'on l'interroge sur sa pratique, ses projets ou ses décisions. Bref, *on peut dire qu'un enseignant sait, en général ce qu'il fait et pourquoi il le fait* » (Tardif & Lessard, 1999, p. 397). C'est ce que Tardif et Lessard (1999) nomment la *conscience professionnelle*, c'est-à-dire celle qui fonctionne par « rationalisations et intentions (motifs, buts, préméditation, projets, arguments, raisons, explications, justifications, etc.) et grâce à laquelle il *peut dire discursivement pourquoi et comment il agit* » (Tardif & Lessard, 1999, p. 397). La conscience professionnelle est donc tout ce qu'un enseignant sait de son activité enseignante. Nous nous intéressons aux professeurs qui enseignent des disciplines scolaires, en particulier les professeurs de SPC (en examinant les points communs et différents entre l'enseignement de la physique et celui de la chimie). Comment enseignent-ils un contenu spécifique donné (physique-chimie) ? Pourquoi ? Pour quelles raisons ? C'est pour prendre en compte ce questionnement que nous proposons le concept de *conscience didactique* de l'enseignant. Pour définir ce dernier concept, nous nous appuyons sur la définition de la conscience disciplinaire proposée par Reuter (2007b) en posant dans un premier temps que la

[12] Nous utilisons le terme « académique » pour désigner les disciplines « scolaire, universitaire, recherche ». Autrement dit, cela va dans le sens du savoir savant tel qu'il est construit au niveau de la discipline.

conscience didactique est la manière dont l'enseignant (re)construit l'enseignement de tel contenu spécifique de telle discipline. Mais il nous paraît nécessaire de prendre aussi en compte les justifications de l'enseignant pour l'utilisation de cette manière dans l'enseignement d'un tel contenu ainsi que les théories qui rendent compte de ces dernières, retrouvant ainsi ce que Chevallard appelle une praxéologie (§ 2.2).

Nous définissons par conscience didactique la praxéologie didactique qui guide le travail du professeur. Cette praxéologie didactique déclarée et reconstruite (représentée) par l'enseignant permet de décrire la manière dont l'enseignant enseigne un tel contenu spécifique disciplinaire[13] en interrogeant comment et pourquoi l'enseignant enseigne de cette manière.

Nous approfondirons le concept de praxéologie didactique dans le cadre théorique (§ 2.2).

Notre hypothèse est que la conscience disciplinaire ou didactique chez les enseignants de SPC peut être faible, moyen, forte ou très forte pour l'une et/ou l'autre discipline. Nous soutenons l'hypothèse que cette conscience disciplinaire ou didactique est *dynamique*, pouvant passer par des phases de *stabilité* et des phases *d'évolution*. Nous appellerons « conscience relative disciplinaire (resp. didactique) » la différence entre la conscience pour une discipline et la conscience pour l'autre discipline. Cette conscience relative caractérise l'écart entre la conscience pour chacune des disciplines. La conscience relative peut être faible, moyen, forte ou très forte. Si la conscience est identique pour les deux disciplines nous parlerons de conscience relative nulle.

Nous avons présenté les concepts de rapports aux savoirs, d'intérêt disciplinaire et d'intérêt pour l'enseignement d'une discipline, de conscience disciplinaire et de conscience didactique. Pour étudier les rapports que les enseignants construisent avec les disciplines qu'ils enseignent, il semble que le rapport au savoir seul (§ 1.1.1), les intérêts disciplinaire et didactique seuls (§ 1.1.2) et les consciences disciplinaire et didactique pris indépendamment (§ 1.1.3) ne suffisent pas. Nous allons maintenant présenter le concept *d'affinité* permettant d'intégrer ces divers concepts.

1.2. Rapports des professeurs aux disciplines qu'ils enseignent

Comment analyser les rapports que les professeurs ou les étudiants en master se destinant à l'enseignement entretiennent avec les disciplines et leur enseignement ? *L'intérêt et la conscience* disciplinaires peuvent concerner aussi bien les professeurs que les élèves. *L'intérêt et la conscience* didactiques concernent par définition les professeurs. Nous étudierons comment intervient l'intérêt pour des disciplines dans l'émergence de la conscience disciplinaire et comment intervient l'intérêt pour l'enseignement des disciplines dans l'émergence de la conscience didactique. Nous proposons deux nouveaux concepts qui les intègrent tous quatre dans un cadre élargi, le *concept d'affinité disciplinaire* (§ 1.2.1) et le *concept d'affinité didactique* (§ 1.2.2). Notre étude devra établir la pertinence de ces propositions.

[13] Dans notre étude, la conscience didactique chez les enseignants concerne la « discipline scolaire » car sinon la manière dont l'enseignant reconstruit la discipline et son enseignement correspond les travaux de nature of sciences qui parlent des conceptions épistémologiques des enseignants.

1.2.1 Affinité disciplinaire

Nous exposons dans cette section à la fois une proposition conceptuelle, celle de *l'affinité disciplinaire*, et des hypothèses concernant : ses propriétés, ses indicateurs et ses déterminants. La définition de l'affinité disciplinaire dresse les contours de ce concept. Les indicateurs de l'affinité disciplinaire fournissent de premiers indices d'une éventuelle affinité. Les déterminants permettent de comprendre l'origine de cette affinité. Il s'agit ici d'hypothèses, fondées sur l'expérience personnelle et les entretiens exploratoires, hypothèses que l'étude permettra d'éclairer.

Nous nous appuyons sur deux éléments constitutifs pour présenter notre proposition du concept de *l'affinité disciplinaire* : l'*intérêt et la conscience* disciplinaires[14].

Nous définissons *l'affinité disciplinaire* d'un professeur comme un rapport particulier à cette discipline marqué par *l'intérêt* pour cette discipline et *la conscience* de cette discipline.

L'intérêt et la conscience disciplinaires (dont nous faisons l'hypothèse qu'ils sont fortement corrélés) peuvent passer par des phases de *stabilité* et des phases *d'évolution* (§ 1.1.2 & 1.1.3). Ainsi l'affinité disciplinaire peut être faible, moyenne, forte ou très forte pour l'une et/ou l'autre discipline. Elle peut être différente pour chaque discipline. Nous appellerons « affinité relative disciplinaire » la différence entre l'affinité pour une discipline et l'affinité pour l'autre discipline. Cette affinité relative caractérise l'écart entre l'affinité pour chacune des disciplines.

La discipline pour laquelle l'affinité est la plus élevée est appelée discipline majeure. La discipline pour laquelle l'affinité est la moins élevée est appelée discipline mineure. S'il existe un écart entre les deux affinités, nous considérons que la personne a une affinité relative pour une des deux disciplines (celle pour laquelle il a l'affinité la plus élevée). L'affinité relative disciplinaire peut être faible, moyenne, forte ou très forte. Si l'affinité est identique pour les deux disciplines nous parlerons d'affinité relative disciplinaire nulle.

Nous évoquons maintenant des indicateurs de l'affinité disciplinaire. Les enseignants d'une certaine *affinité disciplinaire* ont suivi des formations avec des orientations différentes. Par exemple, les enseignants de SPC ont réalisé des études soit en physique-chimie soit en physique soit en chimie. Pour cela, nous considérons les formations comme un des indicateurs de *l'affinité disciplinaire* car c'est une expérience vécue où l'enseignant découvre et acquiert des connaissances dans la discipline (physique ou/et chimie) ; il construit ainsi des rapports privilégiés avec ces disciplines. Si quelqu'un a suivi des formations en physique, ce n'est pas nécessairement parce qu'il aime la physique, le contexte (pression familiale par exemple) pouvant influencer l'orientation : la nature de la formation suivie constitue donc un indicateur, qui doit être questionné par d'autres méthodes d'investigation. De la même façon, les ressources qui ont marqué leur formation, citées par un enseignant, constituent un indicateur, à questionner (pourquoi ces ressources sont-elles marquantes ?).

[14] Il semble que Reuter (2007b) définit la conscience disciplinaire (§ 1.1.3) de manière plus précise que le rapport au savoir (§ 1.1.1). Ce concept de conscience disciplinaire est plus pragmatique et plus fonctionnel qui permet d'avoir des hypothèses. La conscience disciplinaire est (plus précise, heuristique, guidé, travaillé) et donc nous gardons ce concept-là dans la définition de l'affinité disciplinaire. De plus, l'intérêt disciplinaire (§ 1.1.2) semble permettre de repérer un rapport de préférence d'un enseignant pour telle ou telle discipline.

Les déterminants de l'affinité disciplinaire peuvent être divers. Ils peuvent être scolaires : le fait qu'on a eu un professeur marquant en physique, ou qu'on a une expérience privilégiée avec la discipline. Ils peuvent être extrascolaires (transmission familiale par exemple, ou encore découverte de la discipline à travers un livre, ou un film). C'est ce que notre étude permettra de préciser.

Nous avons présenté dans cette section notre proposition du concept d'*affinité disciplinaire* et avancé des hypothèses concernant les propriétés, les indicateurs et les déterminants de cette affinité. L'affinité disciplinaire d'un enseignant est un rapport à une discipline particulière, insérée dans un *réseau* de disciplines liées à l'activité scientifique : expérience, modélisation, rapport au monde, rapport aux disciplines et aux sous-disciplines, rapport à l'épistémologie d'une discipline et relations avec les autres disciplines.

Nous nous intéressons aussi à l'enseignement des disciplines, ce qui nous amène à proposer une définition de *l'affinité* pour l'enseignement d'une, ou de plusieurs discipline(s) donnée(s). C'est le sujet de la section suivante.

1.2.2 Affinité didactique

Nous abordons dans cette section une proposition conceptuelle celle de *l'affinité didactique*[15], et avançons des hypothèses concernant ses propriétés, ses indicateurs et ses déterminants.

Il existe des éléments constitutifs qui s'articulent pour construire *l'affinité didactique* : l'intérêt pour l'enseignement d'une discipline (§ 1.1.2) et la conscience de son enseignement (§ 1.1.3).

Nous définissons *l'affinité didactique* d'un professeur comme un rapport particulier à cette discipline et à son enseignement, marqué par *l'intérêt* pour cet enseignement et la *conscience* de cet enseignement.

L'intérêt et la conscience didactiques (dont nous faisons l'hypothèse qu'ils sont fortement corrélés) peuvent passer par des phases de *stabilité* et des phases *d'évolution* (§ 1.1.2 & 1.1.3). Ainsi l'affinité didactique peut être faible, moyenne, forte ou très forte pour l'une et/ou l'autre discipline. Elle peut être différente pour chaque discipline. Nous appellerons « affinité relative didactique » la différence entre l'affinité didactique pour une discipline et l'affinité didactique pour l'autre discipline. Cette affinité relative didactique caractérise l'écart entre l'affinité didactique pour chacune des disciplines.

Notre hypothèse est que les professeurs qui enseignent la physique et la chimie développent une affinité didactique relative pour l'une des deux disciplines ou pour les deux disciplines : nous parlerons alors de Professeurs *d'Affinité Didactique « Physique »* (PADP) et *d'Affinité Didactique « Chimie »* (PADC) ou d'*affinité didactique pour l'enseignement des deux disciplines*.

Nous considérons que l'enseignant(e) travaille avec un ensemble de ressources[16], développe des interactions avec ses collègues, réalise telle pratique dans la classe, qui seront orientés par son affinité didactique (§ 2.2 & 2.3). Ce sont, donc, des indicateurs de l'affinité didactique.

[15] Dans un objectif d'allègement dénominationel, nous proposons d'utiliser l'expression « affinité didactique » au lieu de « affinité didactique disciplinaire », pour désigner le rapport des enseignants à l'enseignement d'une (des) discipline(s) dont ils ont la charge.

Notre hypothèse est que *l'affinité didactique* est sensible aux conditions mêmes de l'enseignement, influencée par les changements de programme, les discussions au sein des collectifs d'enseignants de SPC, des formations continues et le rapport aux ressources d'enseignement. Ce sont, donc, des déterminants qui réorientent l'affinité didactique et permettent de comprendre pourquoi tel enseignant a et développe telle ou telle affinité didactique. Notre hypothèse à vérifier dans l'analyse est que *l'affinité disciplinaire* (§ 1.2.1) constitue l'un des déterminants de *l'affinité didactique.* En effet, *nous supposons que l'affinité disciplinaire* constitue un des germes essentiels pour le développement de *l'affinité didactique*.

1.3. Conclusion

Nous avons proposé, dans ce chapitre, des concepts que nous pensons pertinents pour étudier les rapports des professeurs aux disciplines qu'ils enseignent : rapport au savoir, intérêt et conscience disciplinaire. Le rapport au savoir est général et comporte plusieurs définitions selon les approches qui l'abordent (§ 1.1.1). Nous avons considéré que l'intérêt disciplinaire est lié à l'attention d'une personne pour un objet (discipline, sous-discipline), qui la conduit à s'intéresser et préférer celui-ci (§ 1.1.2). La conscience disciplinaire permet de repérer des modes de représentation que les acteurs (les élèves particulièrement) se donnent de la discipline scolaire (§ 1.1.3). L'intérêt et la conscience disciplinaires constituent pour nous une bonne entrée pour penser les rapports des professeurs avec les disciplines qu'ils enseignent parce qu'ils visent une discipline donnée et son enseignement.

Nous avons proposé deux nouveaux concepts pour désigner les rapports que les enseignants construisent avec les disciplines enseignées : les *affinités disciplinaire et didactique*. L'affinité disciplinaire est la proposition de la conjonction de l'intérêt et de la conscience disciplinaires. L'affinité didactique est la proposition de la conjonction de l'intérêt et de la conscience pour l'enseignement d'une (des) discipline(s).

Nous avons aussi émis des hypothèses concernant les propriétés de ces affinités, leurs indicateurs et leurs déterminants. Notre hypothèse est que les affinités disciplinaire et didactique sont aussi liées aux relations avec le monde, avec l'ensemble des disciplines voisines et avec l'ensemble des sous-disciplines de la discipline considérée, car chaque discipline (physique et chimie) a des relations spécifiques avec d'autres disciplines (mathématiques, biologie, géologie), a des sous-disciplines spécifiques (chimie analytique, chimie organique, mécanique, optique). Notre hypothèse est ces affinités disciplinaire et didactique sont *dynamiques*, pouvant passer par des phases de *stabilité* et des phases *d'évolution*. Elles peuvent être *fortes, faibles, et relatives*.

Nous avons ainsi présenté notre propre proposition pour étudier les rapports des enseignants aux disciplines enseignées. Nous explorerons les affinités disciplinaire et didactique dans le cas de professeurs de physique-chimie en exercice ainsi qu'en master se destinant à l'enseignement pour savoir s'il existe des différences entre ces deux populations

[16] Nous développons cette notion de ressources dans l'approche documentaire du didactique (Gueudet et Trouche, 2008) (§ 2.3). Le système de ressource est défini comme l'ensemble des ressources de l'enseignant. Les ressources peuvent être : des manuels, des programmes, des logiciels, des sites d'internet, mais aussi des discussions avec des collègues.

d'enseignants. Nous nous intéresserons, donc également, aux conditions de constitution et de développement de ces *affinités disciplinaire et didactique*[17], et de leurs effets sur le travail que le professeur développe pour préparer et mettre en œuvre ses enseignements.

Pour mener à bien ce projet, nous allons devoir mobiliser des cadres théoriques liés à l'analyse de l'activité des enseignants, à leurs connaissances professionnelles, à leurs ressources utilisées et développées, et à leurs pratiques en et hors classe. C'est l'objet du chapitre suivant.

[17] Pour nous, la question du temps est importante car quand un professeur enseigne en général sur une longue durée 10, 20, 30, 40 ans. C'est un temps long, susceptible de susciter des évolutions fortes. Nous proposons de différencier les évolutions des affinités disciplinaire et didactique, car leurs déterminants respectifs ne sont pas nécessairement les mêmes.

Chapitre 2. Cadres théoriques

Dans ce chapitre, nous introduisons les cadres théoriques mobilisés pour notre recherche. Nous avons fait le choix de plusieurs approches théoriques, que nous avons cherché à articuler en essayant de justifier, à chaque fois, le choix de ces cadres et les articulations effectuées.

Nous présentons d'abord (§ 2.1), des approches théoriques qui proposent des modélisations de l'activité enseignante et nous permettent de prolonger la réflexion sur le travail de l'enseignant, en relation avec ses affinités disciplinaire et didactique. Ensuite, nous introduisons un cadre théorique pour étudier la structure du savoir mise en jeu dans les programmes scolaires, ainsi que dans la pratique des enseignants d'affinités disciplinaires et didactiques, celui de l'approche anthropologique du didactique (§ 2.2). Puis, comme nous situons l'affinité didactique en relation avec les ressources que l'enseignant utilise et développe, nous introduisons l'approche documentaire du didactique qui permet d'analyser la pratique des enseignants (ou enseignants en formation) en relation avec leurs ressources (§ 2.3). Enfin, nous concluons ce chapitre (§ 2.4) et formulons nos questions de recherche et hypothèses associées (§ 2.5).

2.1. Activités enseignantes

Nous considérons l'affinité didactique comme un des déterminants de l'activité enseignante. Plusieurs travaux ont interrogé cette activité, en relation avec les connaissances des enseignants. Nous présentons dans cette partie des travaux qui se sont intéressés à cette question avec des niveaux de description différents, partant du niveau macro (sur le travail enseignant) au niveau micro (les connaissances des enseignants). Premièrement, nous introduisons les formes du travail de l'enseignant proposées par Tardif et Lessard (1999) (§ 2.1.1). Deuxièmement, nous présentons le modèle proposé par Goigoux (2007) pour le travail des enseignants de français (§ 2.1.2). Troisièmement, nous abordons les connaissances professionnelles des enseignants (§ 2.1.3). Nous présentons enfin la conclusion de cette partie (§ 2.1.4).

2.1.1 Enseigner : un travail composite

Nous présentons dans cette section les questionnements de Tardif et Lessard (1999) sur la nature du travail des enseignants. Ils présentent l'enseignement comme un « *travail composite* ». Ils proposent trois dimensions pour le caractériser. Nous essayons de lier ces dimensions et notre proposition concernant les affinités disciplinaire et didactique.

Tardif et Lessard (1999) considèrent que l'enseignement est un « travail » et interrogent les façons possibles de l'analyser. Pour eux, il est « nécessaire de lier la question de la professionnalisation de l'enseignement à la question plus large du travail enseignant ». Pourquoi ? « Tout simplement parce que la professionnalisation de l'enseignement soulève concrètement le problème du pouvoir dans l'organisation du travail scolaire et enseignant » (Tardif & Lessard, 1999, p. 22). Ils soulignent qu'il existe, dans la littérature, plusieurs façons de décrire le travail des enseignants, qui concernent la planification de l'enseignement, l'évaluation de l'apprentissage et de l'enseignement, les points de vue des acteurs ou encore l'analyse des processus cognitifs de l'action. Ils estiment que ces façons sont reparties entre

deux pôles, le pôle du *travail codifié* et le pôle du *travail flou*. Le *travail codifié* relève d'« une rationalité forte, [procédant] par l'utilisation circonstanciée et efficace de diverses connaissances, compétences et règles de fonctionnement à l'aide desquelles les enseignants et les autres agents scolaires contrôlent leur environnement de travail et planifient leurs actions professionnelles […]. » (ibidem, p. 30). En revanche, le *travail flou* repose sur : « diverses ambiguïtés, de nombreux éléments 'informels', de l'indétermination, des incertitudes, des imprévus » (ibidem, p. 30). Selon eux, ces aspects laissent « une bonne marge de manœuvre » aux professeurs afin d'interpréter et de réaliser leur enseignement. Cette marge est constitutive du travail enseignant : « enseigner, c'est d'une certaine façon toujours faire autre chose que ce qui était prévu par les règlements, le programme, le plan de cours, la leçon, etc. » (ibidem, p. 30). Dans ce second pôle (*travail flou*), les auteurs considèrent l'enseignement comme une activité repérée par des « interactions humaines », une activité peu formalisée, différenciée et difficile à contrôler : « Enseigner semble alors régi par une « rationalité faible », caractérisée par l'utilisation de connaissances personnalisées, de savoirs d'expérience enracinés dans le vécu professionnel et à l'aide desquels les enseignants s'adaptent tant bien que mal à leur environnement changeant et composite de travail » (ibidem, p. 32-33). Les auteurs considèrent dans ce cas que l'enseignement ressemble beaucoup à des métiers et des professions « dont l'univers de travail quotidien est marqué par une grande autonomie, où les activités se déroulent selon des figures souvent renouvelées, mouvantes, imprévisibles dans leur concrétude et où, finalement, la personnalité du travailleur devient une partie intégrante du procès de travail » (ibidem, p. 33). Enfin, ces auteurs considèrent que l'enseignement est « un travail composite[18] », que le travail des professeurs contient des « aspects formels et informels » et « qu'il s'agit donc à la fois d'un travail flou et codifié, contrôlé et autonome, déterminé et contingent, etc. Il est par conséquent absolument nécessaire de l'étudier sous ce double point de vue si on veut comprendre la nature particulière de cette activité » (ibidem, p. 33).

En se centrant sur « le travail quotidien tel que le vivent et le perçoivent les enseignants », Tardif & Lessard (1999, p. 36) proposent trois dimensions pour décrire leur travail, qui sont « l'activité, le statut et l'expérience » (ibidem, p. 37).

Dans la première dimension, l'activité visant l'apprentissage des élèves, les auteurs (ibidem) indiquent que l'enseignement peut s'analyser comme tout travail humain :

> Travailler, c'est agir dans un contexte donné en fonction d'un but, en œuvrant sur un matériau quelconque pour le transformer à l'aide d'outils et de techniques. De le même sens, enseigner, c'est agir dans la classe et l'école en fonction de l'apprentissage et de la socialisation des élèves, en œuvrant sur leur capacité d'apprendre, pour les éduquer et les instruire à l'aide de programmes, de méthodes, de livres, d'exercices, de normes, etc. (ibidem, p. 37).

Ces auteurs considèrent que le travail enseignant est un *travail interactif* car : « le travail, mettant en présence des êtres humains, des travailleurs et leurs « clients » ou « usagers » (par exemple, […], des enseignants et des élèves, etc.), présente des caractéristiques suffisamment

[18] Les auteurs (ibidem, p. 33), appellent « *composite* un tel travail qui comporte une combinaison variable d'éléments, non seulement divers, mais souvent potentiellement contradictoires, hétérogènes, étrangers les uns aux autres ».

originales et contraignantes pour le distinguer des autres formes de travail qu'on rencontre […] » (ibidem, p. 38).

Dans la deuxième dimension, le travail comme *statut*, ces auteurs considèrent qu'enseigner « n'est pas qu'une activité, il est aussi affaire de statut » (ibidem, p. 39). Ce statut dépend de l'identité de la personne (enseignant) qui dépend des conditions de son travail :

> […] le statut renvoie à la question de l'identité du travailleur à la fois dans l'organisation et dans l'organisation sociale, dans la mesure où celles-ci fonctionnent selon une imposition de normes et de règles qui définissent les rôles et les positions des acteurs. Or cette identité n'est pas simplement un « donné », elle est aussi un « construit » (ibidem, p. 39).

Dans la troisième dimension, les auteurs considèrent le travail à travers l'expérience du travailleur « c'est-à-dire du travail tel qu'il est vécu et signifié par et pour lui-même […] » (ibidem, p. 40). Cette notion d'expérience peut être vue de deux façons :

> l'expérience peut être vue comme un processus d'apprentissage spontané qui permet au travailleur d'acquérir des certitudes quant à la façon de contrôler les faits et les situations de travail qui se répètent […]. En éducation, lorsqu'on parle d'un enseignant d'expérience, c'est habituellement à cette conception qu'on se réfère : il connaît les trucs du métier, il sait s'y prendre avec les élèves, parce qu'il a développé avec le temps et l'habitude des stratégies et des routines pour résoudre des problèmes typiques. […]. Par ailleurs, lorsqu'on interroge les enseignants sur leurs propres compétences professionnelles, c'est la plupart du temps à cette vision de l'expérience qu'ils se réfèrent implicitement, pour justifier leurs « savoir-enseigner », qu'ils apposent à la formation universitaire et aux connaissances théoriques (ibidem, p. 40).

Mais les auteurs expliquent qu'on peut aussi entendre l'expérience :

> non pas comme un processus fondé sur la répétition des situations et sur le contrôle progressif des faits, mais sur l'intensité et la signification d'une situation vécue par un individu. C'est ainsi, par exemple, que l'on parle d'expériences qui changent une vie, qui n'ont pas besoin de se répéter mais qui affectent en une seule fois et d'un seul coup toute l'existence en profondeur […] (ibidem, p. 40).

Nous avons présenté ce que Tardif et Lessard (1999) considèrent le travail « composite » de l'enseignant. Ce travail relève d'« une activité », mais aussi d'« une affaire de statut », qui intègre donc, nécessairement, la, ou les disciplines à enseigner. Ils considèrent aussi que ce travail enseignant peut être engendré par l'expérience qui peut naître, soit de la répétition, soit d'une seule expérience qui change la vie.

Les affinités disciplinaire et didactique de l'enseignant pourraient déterminer en partie ce travail composite. Nous soutenons l'hypothèse que les affinités disciplinaire et didactique se développent et peuvent être repérées par l'*activité*, le *statut*, l'*expérience de l'enseignant*. Nous reformulons alors nos premières questions de recherche : quels sont les effets de l'affinité didactique et disciplinaire sur l'activité enseignante en et hors classe (ressources, pratiques) et quels sont les effets du statut de l'enseignant sur ses affinités didactique et disciplinaire (un enseignant de SPC enseigne deux disciplines) ? Quelles sont les conditions de développement d'une telle affinité didactique (expériences vécues, formations suivies) ?

Notre hypothèse est que nous pouvons repérer l'affinité didactique de l'enseignant dans *l'activité* visant l'apprentissage des élèves par : ses ressources mobilisées et produites pour lui-même ou pour ses élèves, ses pratiques en et hors classe, ses interactions avec ses collègues. Nous développons cette idée de l'activité enseignante dans la partie (§ 2.1.2). *Le*

statut est en relation avec l'identité de la personne (enseignant) censé enseigner deux disciplines. Par rapport à *l'expérience*, nous considérons que le travail enseignant d'affinité disciplinaire et didactique peut être déterminé par deux façons : la première liée à la reprise des mêmes leçons et à la réutilisation des ressources associées ; la deuxième est liée à une expérience critique (rencontre d'une nouvelle situation ou découverte d'une nouvelle ressource qui permet de (re)découvrir l'épistémologie ou l'histoire d'une discipline).

2.1.2 Enseigner : une activité multidéterminée et multifinalsée

Nous avons présenté dans la partie précédente en quoi *l'activité enseignante* est une dimension qui permet de décrire le travail de l'enseignant. Nous allons présenter dans cette partie la construction d'un *modèle* de l'activité des enseignants du français qui permet de comprendre ce qui détermine l'activité enseignante, nous permettant d'enrichir notre compréhension des affinités disciplinaire et didactique des enseignants.

Goigoux (2007) ne repère, dans le champ de la didactique du français entre les années 1992 et 2001, que deux recherches qui concernent l'activité des enseignants français, alors que 78 recherches concernent les objets enseignés et les apprentissages des élèves. Selon lui, la recherche dans ce champ a négligé l'activité de l'enseignant. Pourtant la recherche en éducation est supposée servir les pratiques enseignantes en relation avec les apprentissages des élèves. Son questionnement porte sur les modes de formation des enseignants et les outils didactiques qui peuvent l'appuyer. Nonnon & Goigoux (2008, p. 26-27) désignent sept objectifs principaux permettant de fonder l'analyse de l'activité enseignante :

> 1. Expliquer l'efficacité du travail enseignant […] 2. Mieux connaître les apprentissages des élèves en étudiant la part de détermination liée aux pratiques d'enseignement […] 3. Faciliter la conception et le développement de nouveaux instruments ou scénarios didactiques […] 4. Rendre compte et expliquer l'activité ordinaire des enseignants pour favoriser la reconnaissance sociale de leur travail […] 5. Modéliser l'activité d'enseignement à des fins de formation professionnelle […] 6. Favoriser le développement des compétences professionnelles individuelles et collectives en aidant les maîtres associés aux recherches à mieux conceptualiser leurs propres pratiques […] 7. Rechercher ce qu'il serait « *bon de faire en classe* » et par conséquent de recommander en formation […].

Goigoux (2007) postule qu'il faut prendre en compte toutes les dimensions possibles de l'activité des enseignants afin de comprendre cette dernière :

> nous postulons que, pour comprendre l'activité des enseignants en référence à l'étymologie latine comprendre (prendre ensemble), ou comprehendere (saisir), la didactique doit avoir pour projet de saisir ensemble toutes les dimensions de cette activité ; donc de dépasser le morcellement scientifique actuel : les savoirs aux didacticiens, les élèves aux psychologues, les situations de travail aux ergonomes, les contextes aux sociologues, les finalités et les valeurs aux philosophes, les pratiques et les émotions aux pédagogues des Sciences de l'éducation (Goigoux, 2007, p. 48-49).

Selon Goigoux (ibidem), la recherche en didactique doit éviter deux « écueils symétriques », qui sont très fréquents dans le champ de l'analyse du travail enseignant :

> - considérer l'activité des maîtres comme étant exclusivement finalisée par les apprentissages des élèves (c'est le défaut d'une partie des didacticiens) ;
> - s'intéresser à toutes les facettes de leur métier à l'exception de ses enjeux didactiques (l'engouement des sciences de l'éducation pour l'ergonomie conduit parfois à ignorer les savoirs

> visés et à occulter paradoxalement la principale préoccupation des enseignants : permettre aux élèves d'apprendre quelque chose) (ibidem, p. 50).

Goigoux (ibidem) estime que l'activité de l'enseignant est en lien avec trois éléments « sa situation de travail, les élèves et lui-même ». Analyser son activité suppose donc d'examiner l'institution, c'est-à-dire l'école (organisation du travail, prescription), les élèves (leurs savoirs, les rapports qu'ils entretiennent avec les savoirs et l'école, leurs compétences), et les enseignants (finalités et objectifs, savoirs et savoir-faire, conceptions, valeurs et croyances, expériences et formation). L'auteur considère que l'activité de l'enseignant est « multifinalisée » en distinguant trois directions principales :

> vers les élèves, considérés individuellement (l'enseignant vise à faciliter leurs apprentissages, dans différents registres cognitifs et sociaux : instruire et éduquer) ou collectivement […] vers les autres acteurs de la scène scolaire : l'enseignant consacre une partie de ses ressources à rendre lisible et acceptable (voire à valoriser) son action professionnelle à leurs yeux. Il faut aussi qu'il puisse intégrer son activité à celle des autres […], vers l'enseignant lui-même : l'activité d'enseignement produit des effets sur celui qui l'accomplit à la fois sur le plan physique – fatigue, santé (ibidem, p. 51).

Cet auteur construit donc un modèle de l'enseignement de la langue française (schéma 1) en situant l'activité de l'enseignant comme la réponse qu'il met en œuvre pour accomplir la tâche qu'il se donne. Ce modèle est composé de trois entrées et sorties : institutionnelle, personnelle et publique. Les trois entrées sont considérées comme des déterminants de l'activité de l'enseignant (caractéristique de l'école, de l'enseignant et des élèves). La tâche redéfinie (activité de l'enseignant) dépend de ces trois entrées. Les trois sorties sont les activités orientés vers les autres acteurs (effets sur l'école), vers soi (effets sur l'enseignant) et vers les élèves : la classe comme un tout et comme une collection d'élèves singuliers (effets sur les élèves).

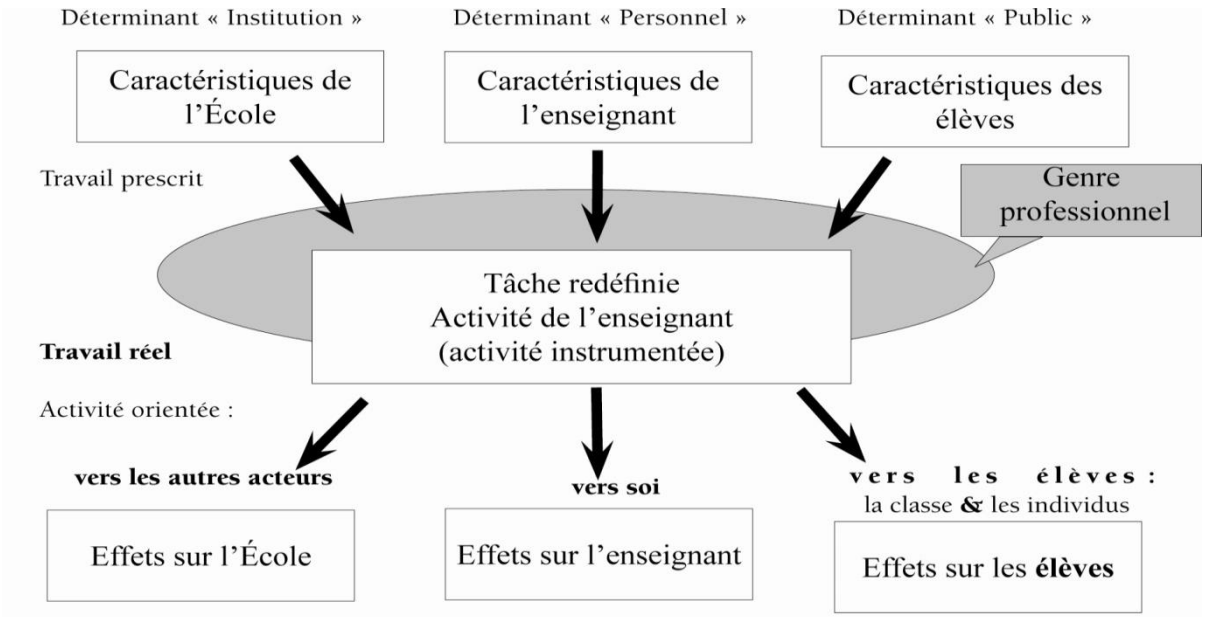


Schéma 1: Modèle de l'analyse de l'activité de l'enseignant (Goigoux, 2007, p. 59)

L'auteur n'évoque pas directement les affinités disciplinaire et didactique des enseignants, mais nous soutenons l'hypothèse que l'affinité est un déterminant personnel caractérisant l'enseignant et aussi que l'enseignement dans la discipline majeure (§ 1.2.1) lui procure plus de satisfaction et de plaisir et un sentiment de confort.

Dans le cas des professeurs de physique-chimie, il nous semble indispensable de prendre ces affinités en compte, comme rapport à la discipline et à l'enseignement d'une discipline. Comment l'affinité didactique détermine l'activité de l'enseignant ? Quels sont les effets de l'affinité didactique sur les trois sorties (élèves, enseignant lui-même, les autres acteurs dans l'institution) ?

Nous hypothèse est que les affinités disciplinaire et didactique sont en relation avec *l'activité enseignante* à plusieurs niveaux :

- La pratique (avoir un sentiment de confort) : dans l'utilisation d'une démarche donnée dans la discipline donnée, dans la préparation d'un cours donné en construisant des nouvelles séances, dans le temps consacré pour l'enseignement d'une discipline donnée, dans l'approfondissement de l'enseignement dans une discipline donnée ;
- Les ressources (curriculum et matériels disponibles) : dans l'utilisation, la production, l'orientation ;
- Les interactions mutuelles de l'enseignant et d'autres acteurs : dans la discussion d'un contenu lié à une discipline donnée, dans le partage de ressources (donneur ou preneur des ressources) ;
- Les effets mutuels de l'enseignant et des élèves : dans la transmission de l'affinité disciplinaire par attraction (dans une discipline précise : les sujets riches, les discussions riches, les activités riches).

Dans notre recherche, nous nous intéressons aux trois entrées et sorties (l'institution, l'enseignant et l'élève).

2.1.3 Connaissances des enseignants : ouvragée et plurielle

Nous allons préciser dans cette section ce que nous entendons par « connaissances des enseignants » à partir de la présentation de différents modèles.

Brousseau & Sarrazy (2002), dans le glossaire de la théorie des situations didactiques (TSD), définissent les connaissances dans le domaine de la didactique des mathématiques sous diverses formes : « *moyens* de prendre une décision, de *choisir* une action, une formulation, une preuve, etc. [...]. Mais la TSD décrit aussi tout une chaîne de rapports réflexifs à cette première forme de connaissance : comment la formulation opère nécessairement sur des modèles implicites, la validation sur des formulations, l'institutionnalisation sur des assertions etc. » (p. 6). Tardif et Lessard (1999) traitent ce concept de connaissance de manière plus large. Selon ces auteurs, la connaissance des enseignants est généralement « l'ensemble des savoirs, des compétences et des habiletés à la base de leur travail » (ibidem, p. 359). Ils considèrent ainsi que l'activité professionnelle de l'enseignant ne se limite pas à son travail dans la classe avec ses élèves, mais qu'elle concerne aussi ses connaissances professionnelles. Les enseignants mobilisent des connaissances diverses en fonction de leur travail, de ses ressources et de ses contraintes. Ces auteurs proposent une connaissance appelée *ouvragée* :

> Cette connaissance est conditionnée par le travail de l'enseignant, lequel inclut et met en jeu toute la personne qui travaille (et donc toutes ses connaissances) et toute son activité, avec toutes ses particularités. De ce point de vue, il s'agit d'un working knowledge, c'est-à-dire d'une « connaissance travaillée », ou encore, d'une « connaissance ouvragée », façonnée par le travailleur et qui prend son sens et sa pertinence dans le travail et par le travail (ibidem, p. 366).

Cette connaissance *ouvragée* a deux aspects conceptuels :

> elle vise en premier lieu à lier organiquement la connaissance professionnelle à la personne du travailleur et à son travail, à ce qu'il est et ce qu'il fait, mais aussi à ce qu'il a été et à ce qu'il a fait, afin d'éviter des dérives vers des conceptions qui ne tiennent pas compte de son incorporation dans un procès de travail, mettant en jeu une socialisation au métier et une maîtrise contextualisée de l'activité d'enseignement. En second lieu, cette idée signifie que la connaissance professionnelle de l'enseignant porte les marques de son travail, qu'elle n'est pas seulement utilisée comme un moyen dans le travail, mais qu'elle est produite, façonnée dans et par le travail (ibidem, p. 366).

Il s'agit, donc, d'une connaissance « multidimensionnelle » qui intègre des éléments liés à « l'identité personnelle et professionnelle de l'enseignant, à sa situation socioprofessionnelle, à son travail quotidien dans l'école et la classe » (ibidem, pp. 366-367). Tardif et Lessard (1999, p. 368) proposent un modèle appelé *connaissance plurielle* dans lequel ils classent et identifient les connaissances et les savoir-faire des professeurs en précisant les sources sociales d'acquisition et les modes d'intégration au travail :

- Connaissances personnelles (sources sociales d'acquisition : famille, milieu de vie, l'éducation au sens large, etc. ; modes d'intégration au travail : par l'histoire et la socialisation primaire) ;
- Connaissances provenant de leur formation scolaire antérieure (source sociale d'acquisition : l'école, l'université, les études, etc. ; modes d'intégration du travail : par la formation scolaire et universitaire) ;
- Connaissances provenant de leur formation professionnelle à l'enseignement (sources sociales d'acquisition : les établissements de formation des maîtres, les stages, le perfectionnement, etc. ; modes d'intégration au travail : par la formation professionnelle et la socialisation professionnelle dans les institutions de formation des maîtres) ;
- Connaissances provenant des programmes et des manuels qu'ils utilisent dans leur travail (sources sociales d'acquisition : dans l'utilisation des « outils » des enseignants programmes, manuels, etc. ; modes d'intégration au travail : par l'utilisation des « outils » du travail)[19] ;
- Connaissances provenant de leur propre expérience du métier dans la classe et l'école (sources sociales d'acquisition : la pratique du métier dans l'école et la classe, l'expérience des pairs, la socialisation, etc. ; modes d'intégration au travail : par la pratique du travail et la socialisation professionnelle).

Les auteurs mettent en évidence que « le savoir des enseignants est pluriel, composite, hétérogène, dans la mesure où il met en œuvre, dans l'exercice même du travail, des

[19]Nous développerons cette idée en présentant l'approche documentaire (§ 2.3), qui propose une vision élargie des « outils » des enseignants, en introduisant la notion de ressources, les connaissances de l'enseignant étant la condition et le résultat de ses interactions avec les ressources.

connaissances et des savoir-faire très divers, provenant de sources variées et dont on peut supposer qu'elles sont aussi de nature différente » (ibidem, p. 369).

Nous retenons que les *connaissances* sont des éléments cognitifs qui orientent le travail de l'enseignant en et hors classe, prennent des formes différentes et sont issues de plusieurs sources (dans la classe ainsi que hors classe) et en interaction avec les ressources de l'enseignant. Ces connaissances sont à la fois mobilisées et produites au cours du travail de l'enseignant, elles sont vues comme relevant d'une *connaissance ouvragée* (moyen et produit de l'action) qui comporte des savoirs liés à divers contextes du travail de l'enseignant en et hors classe. Pour nous, une *connaissance ouvragée* est un ensemble de connaissances construites par l'enseignant lui-même en interaction avec les différents milieux qui l'entourent, qui prend son sens et sa pertinence dans le travail de l'enseignant et par ce travail. Nous formulons une question de recherche : quels sont les propriétés des affinités disciplinaire et didactique ? Notre hypothèse est que les affinités didactique et disciplinaire de l'enseignant sont en permanence retravaillées et donc sont évolutives. Cette connaissance ouvragé est *plurielle* provenant de plusieurs niveaux : personnel, scolaire, professionnelle, des outils d'enseignement. Les éléments de cette connaissance sont en relation avec les affinités disciplinaire et didactique. Nous avons déjà annoncé l'hypothèse (§ 1.2.1) que les formations universitaires sont un des indicateurs de l'affinité disciplinaire (à vérifier par l'étude) car l'enseignant découvre et acquiert des connaissances dans la discipline (physique et/ou chimie). Dans le cas des connaissances venant de l'expérience de l'enseignement en classe et l'école, notre hypothèse est que celles-ci peuvent faire évoluer l'affinité disciplinaire et didactique :

- Nous avons présenté dans la partie (§ 2.1.1) en quoi l'expérience est une dimension qui structure le travail de l'enseignant. Par exemple : les connaissances provenant de l'expérience de ses collègues peuvent faire évoluer l'affinité faible de l'enseignant (§ 1.2.1) ;
- Nous avons souligné dans la partie (§ 2.1.1) que le statut de l'enseignant est une dimension qui influence son travail et que l'affinité s'intègre dans ce travail. Par exemple : l'enseignant fait des recherches pour compléter ses connaissances dans la discipline mineure (§ 1.2.1) car il est obligé de l'enseigner.

Les travaux de Tardif et Lessard (1999) traitent de manière plus large et générale des connaissances des enseignants en repérant la source de chaque connaissance, mais sans préciser les connaissances des disciplines que les enseignants enseignent.

Shulman (1986, 1987) propose un modèle dans l'objectif de répondre à la question suivante « quelles connaissances sont essentielles pour enseigner la chimie ? ou une autre discipline ». Ce modèle repose sur plusieurs types de connaissances : les connaissances du contenu disciplinaire (SMK), les connaissances pédagogiques générales (PK), les connaissances sur le programme, les connaissances sur les élèves et leurs caractéristiques, les connaissances sur le contexte de l'établissement et de la classe, et les connaissances sur les buts et les valeurs de l'éducation. Il indique (ibidem) que l'enseignant utilise les connaissances du contenu disciplinaire (SMK) et les connaissances pédagogiques générales (PK) en les transformant en des connaissances spécifiques à l'enseignement qui sont définies comme des connaissances pédagogiques liées au contenu disciplinaire (PCK). Selon lui, les PCK sont un amalgame des

connaissances pédagogiques et des connaissances disciplinaires pour intégrer les connaissances disciplinaires dans des situations pédagogiques. Il catégorise les PCK en deux composantes : les connaissances des difficultés et des mauvaises conceptions (*misconceptions*) des élèves vis-à-vis d'un contenu, et les connaissances des stratégies d'enseignement et des façons de présenter ou de représenter un contenu disciplinaire pour faire évoluer les conceptions initiales des élèves.

Plusieurs chercheurs ont exploité ce modèle pour catégoriser les connaissances des enseignants. Grossman (1990) propose ainsi une typologie en quatre classes : les connaissances pédagogiques générales (PK), les connaissances du contenu disciplinaire, les connaissances pédagogiques liées au contenu disciplinaire (PCK), et les connaissances du contexte (KofC). Il sophistique les PCK en quatre composants : les connaissances des stratégies et des représentations pour l'enseignement des contenus particuliers ; les connaissances des difficultés et des conceptions des élèves à propos de ces contenus ; les connaissances du curriculum et du matériel disponible pour l'enseignement ; et les connaissances sur les buts de l'enseignement d'un contenu particulier. Pour préciser plus encore les PCK qui sont liées à des contenus disciplinaires, Veal & Makinster (1999) proposent une taxonomie des PCK disciplinaires pour les mathématiques, l'histoire, les sciences, l'anglais. Ils spécifient les connaissances PCK selon les domaines disciplinaires (la biologie, la géologie, la chimie ou la physique), et l'intérieur de chacun de ces domaines (pour la chimie par exemple), ils distinguent des PCK selon le thème (l'oxydation, la solubilité).

Afin d'analyser ces connaissances et en précisant le domaine disciplinaire, nous avons recourt aux travaux de Shulman (1986, 1987) et Grossman (1990) sur les PCK. Nous retenons que les PCK sont des connaissances composites qui guident l'enseignant dans la préparation et la mise en œuvre de son enseignement pour un contenu donné pour une discipline donnée (préparation, pratiques, ressources, élèves). Nous retenons en particulier une partie des PCK proposées par Grossman (1990) : *les connaissances du curriculum et du matériel disponible pour l'enseignement d'un contenu précis lié à une telle ou telle discipline*, dans l'hypothèse que les PCK en physique et les PCK en chimie (programmes, manuels, logiciels)[20] sont liées aux affinités disciplinaire et didactique des enseignants : l'analyse des PCK des enseignants concernant les programmes et les matériels disponibles ressources est sans doute un des moyens de mettre en lumière leurs affinités disciplinaire et didactique. Mais, nous n'utilisons pas dans notre étude le concept de PCK des curriculums et des matériels disponibles parce que nous préférons parler de la praxéologie disciplinaire et didactique « savoir-faire et savoir » qui pilote le travail de l'enseignant, en particulier du point de vue des ressources. Nous reviendrons plus loin sur ce qui pilote les ressources et les activités enseignantes (§ 2.2 & 2.3).

Nous retiendrons de cette section ce qu'on entend par *connaissance* en didactique des mathématiques ; ce que l'on entend par *connaissance ouvragée* dans le modèle de connaissance pluriel proposé par Tardif et Lessard (1999). Pour nous, les *connaissances* sont des éléments cognitifs qui orientent le travail de l'enseignant en et hors classe, prennent des formes différentes et sont issues de plusieurs sources (dans la classe ainsi que hors classe) et en interaction avec les ressources de l'enseignant. Une *connaissance ouvragée* est un

[20] Nous aborderons ce concept de ressources dans l'approche documentaire du didactique (§ 2.3).

ensemble de connaissances construites par l'enseignant lui-même en interaction avec les différents milieux qui l'entourent, qui prend son sens et sa pertinence dans le travail de l'enseignant et par ce travail.

2.1.4 Résumé

Nous avons présenté dans cette partie (§ 2.1) des modélisations du travail de l'enseignant, de son activité d'enseignement et de ses connaissances. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à certains concepts.

Premièrement, des travaux de (Tardif & Lessard, 1999) (§ 2.1.1) concernant le travail de l'enseignant, nous retenons que le travail des enseignants de physique-chimie est *composite*. Les affinités disciplinaire et didactique semblent se développer et pouvoir être repérées par les trois dimensions de ce travail composite. Notre hypothèse est que nous pouvons repérer l'affinité didactique de l'enseignant dans *l'activité* visant l'apprentissage des élèves par : les ressources mobilisées et produites pour l'enseignant lui-même ou pour les élèves, les pratiques en et hors classe, les interactions avec les collègues. *Le statut* est en relation avec l'identité de la personne (enseignant) qui dépend des conditions de son travail. Nous considérons que le travail enseignant d'affinités disciplinaire et didactique données peut être engendré par *l'expérience* qui peut naître soit de la répétition soit d'une seule expérience qui change la vie.

Deuxièmement, du modèle de Goigoux (2007) (§ 2.1.2), nous retenons que l'activité de l'enseignant est *multidéterminée* et *multifinalisée*, et que les affinités disciplinaire et didactique interviennent alors probablement aux sorties (effet vers : enseignant, élève, institution) car l'affinité est une des caractéristiques des enseignants : l'enseignement dans la discipline pour laquelle l'enseignant a une affinité lui procure plus de satisfaction et de plaisir et d'avoir un sentiment de confort.

Troisièmement, ce qui pilote le travail de l'enseignant, ses activités, sont des connaissances. Des travaux de (Tardif & Lessard, 1999) (§ 2.1.3) sur les connaissances, nous retenons qu'une *connaissance ouvragée* est un ensemble de connaissances construites par l'enseignant lui-même qui prend son sens et sa pertinence *dans* le travail de l'enseignant et *par* ce travail. Nous faisons l'hypothèse que les affinités didactique et disciplinaire de l'enseignant puissent être en permanence (re)travaillées et donc sont évolutives. Cette connaissance *plurielle* provient de plusieurs niveaux : personnel, scolaire, professionnel, expérientiel, instrumenté. Les affinités disciplinaire et didactique sont effectivement construites en relation avec ces niveaux de connaissances. Nous n'utilisons pas dans notre étude le concept de PCK des curriculums et des matériels disponibles parce que nous préférons parler de la praxéologie disciplinaire et didactique « savoir-faire et savoir » qui pilote à la fois les ressources de l'enseignant et le travail de l'enseignant. C'est le sujet de la partie suivante.

2.2. Approche anthropologique du didactique

Cette approche a été introduite en didactique des mathématiques par Chevallard (1992, 1998, 1999), qui a étendu son objet à un ensemble beaucoup plus large de savoirs (Chevallard, 2010), pour analyser à la fois les savoirs en jeux et les pratiques de transmission de ces savoirs. Quand nous évoquons ici les travaux de Chevallard relatifs aux mathématiques, nous

estimons suivre ce point de vue général de l'auteur en étendant concepts et méthodes aux domaines de la physique, de la chimie, et de leur enseignement. Nous nous appuyons sur cette approche pour mieux définir la notion d'affinité didactique.

Nous présentons dans cette partie, d'abord, les termes essentiels de l'approche anthropologique du didactique (§ 2.2.1), ensuite nous présentons ce que Chevallard (1998) entend par organisation praxéologique (§ 2.2.2), puis nous introduisons la différence faite par Chevallard entre une organisation praxéologique mathématique et une organisation praxéologique didactique (§ 2.2.3), et nous proposons une articulation entre organisation praxéologique didactique et affinité didactique (§ 2.2.4). Enfin, nous abordons la conclusion de cette partie (§ 2.2.5).

2.2.1 Les termes essentiels

Nous présentons ici les éléments constitutifs de l'approche anthropologique du didactique ainsi que les rapports que ceux-ci entretiennent. L'approche anthropologique du didactique développée par Chevallard (1992, 1998, 1999) repose sur trois termes élémentaires :

- Objet (*O*) : ce sont les objets du savoir ;
- Personnes (*X*) : ce sont par exemple des enseignants, des élèves, des étudiants, des stagiaires ;
- Institutions (*I*) : ce sont par exemple l'école, le cours, le TP.

Cette approche désigne des rapports à partir de ces trois termes :

- R_I (*O*) : le rapport institutionnel à un objet de savoir. Cela signifie que l'objet *O* existe dans l'institution *I* et que cette dernière connaît l'objet ;
- R*p* (*X*, *O*) : le rapport personnel d'une personne à un objet de savoir. Il est l'ensemble des interactions que la personne *X* peut entretenir avec l'objet de savoir *O* ;
- R*I* (*P*, *O*) : le rapport institutionnel d'une personne en position *P* à un objet de savoir. Il définit donc la manière dont la personne *X* en position *P* de l'institution *I* connaît l'objet de savoir *O*.

Nous considérons que les affinités disciplinaire et didactique se situent dans le rapport institutionnel d'une personne en position *P* à un objet de savoir R*I* (*P*, *O*), à un objet de la physique ou de la chimie dans notre cas, plus largement à une discipline, car l'étudiant a une position dans l'institution (par exemple à l'université) qui construit certains rapports au savoir (affinité disciplinaire) et le professeur a une autre position dans l'institution (collège, lycée pour ce qui concerne notre étude) qui construit certains rapports au savoir (affinité didactique). Les rapports institutionnels influencent l'affinité didactique du professeur, par exemple lors des changements des programmes (nouvelles ressources à s'approprier et à concevoir, nouvelles méthodes d'enseignement à développer).

Pour analyser ces rapports, la théorie anthropologique du didactique propose un outil que nous présentons dans la partie suivante.

2.2.2 Organisation praxéologique (praxéologie) [T, τ, θ, Θ]

Nous allons présenter les éléments qui constituent ce que Chevallard nomme « praxéologie » ou « organisation praxéologique », les deux parties qui la constituent : « savoir-faire » et « savoir », et la manière de découvrir la nature de cette praxéologie routinière ou problématique. Nous avons en effet besoin d'un outil pour analyser la structure du savoir à enseigner (les programmes), en relation avec la structure des ressources que le professeur organise et développe pour réaliser son enseignement. C'est dans cette perspective que nous recourons à la notion de praxéologie définie par Chevallard (1998) comme un quadruplet [T, τ, θ, Θ] :

Identification des types de tâches (T) ou tâche (t)

Une tâche ou un type de tâche peut s'exprimer en utilisant un verbe comme : multiplier deux entiers, résoudre une équation de 1er degré. Les types de tâches ou la tâche supposent un objet relativement précis. La tâche (t) appartient à un type de tâches (T) qui est plus général. Mais quand nous disons « résoudre » tout court, c'est ce que Chevallard (ibidem) nomme « un *genre* de tâches », qui demande « un déterminatif ». Un genre de tâches ne se trouve que sous la forme de « différents types de tâches ». Les tâches, les types de tâches, les genres de tâches, sont des « artefacts », des « œuvres », des « construits institutionnels » dont la reconstruction dans une telle institution, par exemple dans une classe, est un problème à part entière, qui est l' « objet même de la didactique ».

Identification des techniques (τ)

C'est la manière ou les manières possibles pour réaliser le type de tâches ou la tâche. Chevallard pose la question suivante : « de quoi est faite une technique donnée ? De quels *ingrédients* se compose-t-elle ? Et encore : en quoi consiste la *mise en œuvre* d'une technique ? » (Chevallard, 1994, p. 194). Selon lui, l'observation de l'activité humaine amène à répondre en établissant une distinction fondamentale entre deux types d'objets : les objets *ostensifs*, d'une part, les objets *non ostensifs*, d'autre part. Chevallard (1994, p. 195), nomme *ostensifs* les objets qui sont sous forme *matérielle*, *sensible* :

> Un objet matériel (un stylo, un compas, etc.) est un ostensif. Mais il en va de même
> – des gestes : nous parlerons d'ostensifs gestuels ;
> – des mots, et, plus généralement, du discours : nous parlerons ici d'ostensifs discursifs (ou langagiers) ;
> – des schémas, dessins, graphismes : on parlera en ce cas d'ostensifs graphiques ;
> – des écritures et formalismes : nous parlerons alors d'ostensifs scripturaux.

La nature d'un ostensif, c'est de pouvoir être *manipulé*, ce mot étant entendu en un sens large : « manipulation au sens strict (celle du compas, ou du stylo, par exemple), mais aussi bien par la voix, le regard, etc. » (Chevallard, 1994, p. 195).

En revanche, les *non-ostensifs*, soit ce que Chevallard (1994) appelle usuellement *notions*, *concepts*, ou encore *idées* ne peuvent pas, à strictement parler, être manipulés : « ils peuvent seulement être *évoqués*, à travers la manipulation d'ostensifs associés. Ainsi, pour pouvoir dire que, pour résoudre l'équation $2^x = 10$ *on prend le logarithme des deux membres*, il convient que le *non-ostensif* qu'est le concept de logarithme existe, mais on ne peut le dire que parce que *l'ostensif* (langagier) *logarithme* est disponible » (Chevallard, 1994, p. 195).

Cela permet de distinguer ainsi les objets utilisés dans une telle technique et de les comparer. La technique peut changer avec le temps, mais aussi de pays à pays, d'institution à institution, d'enseignant à enseignant. Ce qui nécessite toujours des raisons pour expliquer son utilisation et la rendre légitime dans un contexte donné.

Identification des technologies (θ)

Une technologie est un discours rationnel qui justifie la technique. Elle permet ainsi d'accomplir le type de tâches T, c'est-à-dire de faire ce qui est prétendu. Chevallard (1998) évoque trois remarques concernant cette présentation de la technologie. Quel que soit le type de tâches, et une technique associée, il existe ce que cet auteur appelle, un *embryon* de technologie. De plus, il peut exister, dans une institution, une technique « *canonique »* au sens où elle est la seule reconnue, ainsi que la seule employée ; cela confère alors à cette technique une vertu *autotechnologique*. Enfin, la dernière fonction de la technologie est celle de *production de techniques*.

Identification des théories (Θ)

Selon Chevallard (1998), la théorie est le discours rationnel qui justifie la technologie, c'est-à-dire qu'elle se compose *d'assertions*.

Savoir-faire et savoir

Il existe, autour d'un type de tâches T, en principe, une technique τ au minimum, une technologie θ pour cette technique, et une théorie Θ. Tous ces éléments constituent une praxéologie ou une organisation praxéologique appelée *ponctuelle* qui est relative à un unique type de tâches : [T, τ, θ, Θ]. Chaque praxéologie contient donc deux parties ou blocs : une partie *praxis* comporte [T et τ] c'est-à-dire un savoir-faire *pratico-technique*, et une partie *logos* comporte [θ et Θ] c'est-à-dire un savoir *technologico-théorique*. Selon Chevallard (1998), dans une institution I, une théorie Θ répond de plusieurs technologies θ_j, dont chacune à son tour justifie et rend intelligibles plusieurs techniques τ_{ij} correspondant à plusieurs types de tâches T_{ij}. Donc, les praxéologies *ponctuelles* vont se déployer en praxéologies appelées *locales* [T_i, τ_i, θ, Θ], formées autour d'une technologie θ précisée, ensuite en praxéologies nommées *régionales* [T_{ij}, τ_{ij}, θ_j, Θ], centrées sur une théorie Θ. L'auteur (ibidem) appelle la composition de plusieurs praxéologies régionales correspondant à plusieurs théories Θ_k une praxéologie *globale* [T_{ijk}, τ_{ijk}, θ_{jk}, Θ_k].

Nous avons présenté dans cette partie les quatre éléments constitutifs d'une telle praxéologie ou d'une telle organisation praxéologique avec les deux blocs praxis et logos. Nous avons ensuite présenté les types de praxéologie : ponctuelle, locale, régionale, globale. Nous retenons que la praxéologie ou l'organisation praxéologique est une construction qui est basée sur le type de tâches ou la tâche qui appartient à ce type, la technique pour résoudre ce type de tâche ou la tâche (les manières possibles pour réaliser T ou t), les raisons d'utilisation de cette (ces) manière(s), et les justifications de ces raisons. Les deux blocs dans la praxéologie, savoir-faire (*praxis*) et savoir (*logos*), nous semblent permettre d'analyser le savoir dans les programmes, et aussi d'analyser l'activité de l'enseignant. Nous pouvons regarder l'ensemble de praxéologie autour d'une technique, d'une technologie, d'une théorie : praxéologie locale, praxéologie régionale, praxéologie globale. Ce qui nous permet de savoir s'il existe des liens

entre des techniques, des technologies, des théories, soit dans l'analyse de savoir, soit dans l'activité enseignante.

Chevallard (1998) spécifie ainsi la nature de la praxéologie en l'illustrant par le cas de la personne qui doit répondre à une question de type : « Quelle est notre longitude ? ». Si cette personne y répond tout de suite, c'est qu'il dispose d'une praxéologie adéquate : « Si l'on dispose d'une praxéologie relative au type de tâche considéré, on pourra la mettre en œuvre, et d'une manière éventuellement *routinière* (ce qui ne signifie pas algorithmique) » (Chevallard, 1998, p. 102). Cette situation change lorsque la personne ne sait pas répondre ou ne connait pas la longitude du lieu. La tâche à accomplir n'est plus immédiate, elle est maintenant *problématique*. Dans ce cas, la question devient « comment déterminer la longitude ? ». Là, nous passons de la demande d'accomplir une tâche en élaborant une technique à la construction d'une praxéologie entière. La réponse à produire ne sera pas donc pas une simple information, mais toute une organisation praxéologique à élaborer.

Chevallard (ibidem) distingue praxéologie mathématique et praxéologie didactique ce que nous présentons dans la partie suivante.

2.2.3 Praxéologie disciplinaire et didactique

Nous présentons dans cette partie praxéologie mathématique et praxéologie didactique, plus généralement la praxéologie d'un élément de savoir, et la praxéologie de la didactique de ce savoir.

Praxéologie mathématique

Nous allons présenter ce que Chevallard entend par praxéologie mathématique.

Chevallard (1998, p. 98) considère que « […] la réalité mathématique qui peut se construire dans une classe de mathématiques où l'on étudie le thème θ […] n'est rien d'autre qu'une praxéologie mathématique ou Organisation Mathématique, qu'on notera OMθ ». Cette approche issue des mathématiques s'étend pour Chevallard à l'ensemble des disciplines scolaires. Il concerne tous les champs du savoir (Chevallard, 2005). Pour nous, nous nous intéressons à un contenu relatif à l'enseignement de la physique et de la chimie. Nous retenons qu'il y a des praxéologies physiques, des praxéologies chimiques, et des praxéologies mixtes physiques-chimiques ; et il existe dans chaque discipline des praxéologies spécifiques liées aux sous-disciplines différentes comme la chimie organique, mécanique, chimie analytique, optique.

Voyons, dans le domaine de la chimie, un exemple : « concevoir un protocole pour le dosage de colorant E124 dans un sirop de grenadine » est une tâche du type « concevoir un protocole pour le dosage d'un colorant X dans un sirop Y ». Il existe plusieurs techniques possibles pour résoudre ce type de tâches. Par exemple la technique : le dosage par rapport à un courbe étalon en utilisant un instrument expérimental (le spectrophotomètre). Cette technique contient deux composants :

- on étudie la relation entre une grandeur physique (absorbance A) et différentes concentrations connues de l'espèce X en utilisant la spectrophotomètre. On trace la représentation graphique A = f(Cx), sur une longueur d'onde précise maximale. Cette représentation est appelée : courbe d'étalonnage ou courbe étalon ;

- on mesure ensuite l'absorbance pour la solution de l'échantillon Y qui contient X inconnue sur la même longueur d'onde.

La technologie est composée de deux parties :

- on étudier la relation A = f(Cx), pour calculer le coefficient d'absorption (ε) qui entre dans le calcul de concentration de l'échantillon selon la loi de Beer-Lambert, $A = \varepsilon_{x,\lambda(max)}.l.C$, où C concentration et l (l'épaisseur du milieu) ;

- l'absorbance et le coefficient d'absorbance varient avec la longueur d'onde. Par conséquent, pour pouvoir utiliser le coefficient d'absorbance qui résulte du tracé du courbe étalon A= f (C) pour calculer la concentration X dans l'échantillon Y, l'absorbance doit être mesurée dans les mêmes conditions, c'est-à-dire à une longueur d'onde identique.

La théorie par rapport à la grandeur physique (absorbance A) est la spectrophotométrie (Alturkmani, 2011).

Praxéologie didactique

Nous présentons ici ce que Chevallard entend par praxéologie didactique.

Dans l'analyse des pratiques enseignantes, Chevallard (1998) considère que l'insuffisance praxéologique mathématique se traduit, d'abord, par un manque de technique et peut-être surtout par la difficulté de répondre à la question : comment accomplir *mieux* les tâches de tel type T ? Cette question apparaît comme « *génératrice* » de la praxéologie = [T, τ, θ, Θ]. Le type de tâches « *Analyser les pratiques enseignantes* » s'exprime par l'articulation entre quatre grands types de tâches. Par exemple, un objet *O* relatif aux pratiques enseignantes, il s'agit « d'abord d'observer l'objet *O* (T1), puis décrire et analyser l'objet *O* (T2), ensuite d'évaluer l'objet *O* (T3), enfin de développer l'objet *O* (T4) » (Chevallard, 1998, p. 98). Selon Chevallard (1998, p. 98), l'organisation didactique est « […] la manière dont peut s'y réaliser l'étude du thème θ […] qu'on nommera une Organisation Didactique, qu'on notera, de manière analogue, ODθ ». Les organisations didactiques ou praxéologies didactiques sont des réponses aux questions : « Comment étudier l'œuvre *O* ? » (Chevallard, 1998, p. 106). Ici, la question est de savoir quels types de tâches relèvent d'une praxéologie didactique ou quels « gestes » peuvent être considérés comme didactiques. Nous pouvons, pour notre étude et dans le cas d'une praxéologie didactique, poser la question « comment chacun enseignant d'affinité didactique (physique ou chimique) enseigne tel contenu (le spectre en seconde par exemple) ? ». Chevallard (ibidem) distingue dans l'activité didactique ce qui est général et ce qui est spécifique dans l'ensemble des activités humaines quel qu'en soit l'objet :

> L'opposition générique-spécifique a, si l'on peut dire, une structure fractale, en ce qu'elle se retrouve aux différents niveau d'analyse du didactique […] il y a une spécificité qui, précisément, fonde le genre didactique, par-delà ses différentes espèces, celles, notamment, que déterminent les grands types d'œuvres – mathématiques, physiques, littéraires, plastiques, etc. L'étude scolaire des mathématiques, ainsi, n'est pas un isolat institutionnel : elle se relie, à un certain niveau de généralité, à l'ensemble du didactique existant dans la société, et, en tout premier lieu, à l'ensemble du didactique scolaire. […]. (Chevallard, 1998, p. 106).

Pour réaliser un type de tâche en relation avec une organisation mathématique dans la classe, l'élève x doit apprendre à réaliser ce type de tâche (factoriser et calculer par exemple), seul, sans aide d'autrui. En revanche, il reçoit une aide, au minimum, du professeur. Selon l'auteur

(ibidem), les tâches didactiques, sont, dans un certain nombre de contextes, « coopératives », en ce sens qu'elles doivent être accomplies de *concert* par plusieurs personnes x1, ..., xn, les acteurs de la tâche. Chacun des acteurs xi doit effectuer certains gestes, dont l'ensemble constitue alors son *rôle* dans l'accomplissement de la tâche coopérative t, ces gestes étant à la fois différenciés (selon les acteurs) et coordonnés entre eux par la technique τ mise en œuvre collectivement. Chevallard (ibidem) propose le concept de *topos* pour désigner la place d'une personne (élève ou professeur) dans l'accomplissement d'une tâche :

> […] Dans le cas d'une classe, on parlera ainsi du topos de l'élève et du topos du professeur. Ainsi, lorsqu'une classe de mathématiques « fait un exercice », ce qui est une tâche éminemment coopérative, la sous-tâche consistant à fournir l'énoncé de l'exercice revient, généralement, au professeur : elle appartient à son topos. La tâche consistant à produire – par exemple par écrit – une solution de l'exercice relève, elle, du topos de l'élève, tandis que la tâche consistant, ensuite, à fournir un corrigé ressortit, à nouveau, au topos du professeur. Si, au cours de la résolution de l'exercice, un élève pose une question au professeur, il effectue ainsi ce qui est vu ordinairement comme un simple geste, appelant un geste homologue de la part du professeur – geste qui peut consister, quelquefois, à... refuser de répondre (Chevallard, 1998, p. 108).

L'auteur souligne que l'une des difficultés didactiques pour un enseignant est de donner une place aux élèves afin de constituer, à leur intention, et à propos de chacun des thèmes étudiés, un topos approprié qui permet à l'élève d'avoir un sentiment de jouer un « vrai rôle ». Comme toute organisation praxéologique, une praxéologie didactique s'articule en type de tâches (généralement coopératives c'est-à-dire il y a par exemple le professeur et les élèves ou un élève pour résoudre ce type de tâches), en techniques, en technologies, en théories. Cette praxéologie didactique est aussi articulée en deux versants : *praxis* (pratico-technique) et *logos* (technologico-théorique).

Nous avons présenté ce qu'on entend par praxéologie didactique. Nous retenons que la praxéologie didactique est liée à l'enseignement qui permet d'aborder un contenu donné et qui peut être mise en œuvre dans une classe. Dès le début de notre recherche, nous avons trouvé des concepts pertinents pour étudier le rapport de l'enseignant à la (aux) discipline(s) : intérêt et conscience disciplinaires. Ces deux concepts ont été définis dans le cas des élèves (§ 1.1.2 & 1.1.3) et nous avons proposé de les définir pour le cas des enseignants. Nous avons donc proposé que l'affinité disciplinaire soit la conjonction de ces deux concepts (§ 1.2.1). Par ailleurs, nous avons proposé une définition pour l'intérêt didactique (§ 1.1.2). Mais pour la conscience didactique, il n'existe pas, dans la littérature, de définition. Il existe de manière plus large la conscience professionnelle (§ 1.1.3).

Notre proposition est que la praxéologie didactique qu'un professeur contribue à mettre en place est significative de sa conscience didactique. Il est possible de repérer l'organisation didactique du savoir selon les deux composants : *praxis* et *logos* de l'enseignement du savoir.

Cela permet de répondre aux questions posées (§ 1.1.3) : Comment enseigne-il un contenu spécifique donné (physique-chimie) ? Pourquoi ? Pour quelles raisons ?

Dans l'analyse de l'activité enseignante, il nous semble que les PCK des curriculums et des matériels disponibles s'intègre dans la partie « savoir » d'une praxéologie didactique. Nous utilisons donc les termes « technologie et théorie » didactiques pour décrire cela.

Nous nous intéressons à la praxéologie locale dans le cas de l'enseignement d'un contenu précis (spectre en seconde)[21], parce que les deux disciplines (physique et chimie) entretiennent et notre hypothèse (§ 3.4.4) est qu'entrer dans la praxéologie locale est une première approche pour arriver à la praxéologie globale et donc nous faisons une coupe pour voir les choses plus précisément. Nous faisons le choix et nous pouvons croiser la praxéologie locale et régionale en questionnant l'épistémologie de deux disciplines.

2.2.4 Manque praxéologique et praxéologies orientées selon l'affinité

Nous présentons ici ce qu'est un modèle praxéologique pour le métier de l'enseignant ainsi que le concept de *manque praxéologique* et ce que nous entendons par degré de complétude d'une praxéologie en relation avec l'affinité disciplinaire et didactique de l'enseignant.

Nous avons présenté dans la partie (§ 2.1.1) le travail de l'enseignant comme « activité, statut, expérience ». Chevallard et Cirade (2010) soulignent la distinction entre la semi profession et la profession (§ 2.1.1) « Lacking a better term, we shall refer to those professions as *semi-professions*. Their training is shorter, their status is less legitimated, their right to privileged communication is less established, there is less of a specialized body of knowledge, and they have less autonomy from supervision or societal control than "the" professions » (Etzioni, 1969, p. v, cité par Chevallard & Cirade, 2010, p. 43). Ils montrent comment le « métier » d'enseignant-chercheur illustre cette distinction : « En tant que chercheur, l'universitaire est un supposé savant, membre d'une profession. En tant qu'enseignant, et à l'instar de ses collègues du primaire et du secondaire, il est soumis au régime d'une semi-profession » (Chevallard & Cirade, 2010, p. 43). Ils indiquent que certaines semi-professions travaillent à se transformer en professions :

> la frontière entre semi-profession et profession est un Rubicon que, d'une façon générale, les professeurs ne s'autorisent guère à franchir, ni même à évoquer. Ce sont les effets de ce non-franchissement que nous examinerons, en même temps que nous explorerons, si peu que ce soit, les voies et moyens d'aller au-delà. Dans ce but, nous parlerons ici, par anticipation, de profession là où nous n'avons pas encore affaire, pour l'essentiel, qu'à une semi profession (Chevallard & Cirade, 2010, pp. 43-44).

« Comment poser alors le problème de l'équipement praxéologique « normal » des membres de la profession, c'est-à-dire comment poser ce qu'on nommera le problème praxéologique de la profession ? » (Chevallard & Cirade, 2010, p. 44). Les auteurs (ibidem) distinguent dans la praxéologie de professeur deux savoirs : savoirs *pour enseigner* et savoirs *à enseigner*. Ils évoquent un modèle praxéologique : la praxéologie pour la profession, qui intègre la praxéologie pour l'enseignement, celle-ci intégrant la praxéologie du contenu à enseigner.

Ces auteurs (ibidem) donnent un exemple concernant l'introduction de la théorie des graphes dans l'enseignement des mathématiques au secondaire, introduction qui rencontre un manque mathématique (un manque dans l'organisation praxéologique mathématique) car l'enseignant n'a pas appris déjà cette théorie. Selon eux, les principaux manques praxéologiques mathématiques reviennent à la formation donnée à l'université aux futurs professeurs et à la différence entre la profession et la semi-profession. Ces manques sont dus au fait que : « ce

[21] Nous reviendrons sur la justification de ce choix dans la méthodologie (§ 3.4).

qui est proposé à la profession par la sphère savante n'est pas compatible avec les conditions et contraintes[22] sous lesquelles la profession doit remplir sa mission » (Chevallard & Cirade, 2010, p. 48). Quand il y a une partie manquante dans l'organisation praxéologique, on dit qu'il existe un manque pour cette organisation : une technologie manquante par exemple (Matheron, 2000).

Nous voulons exploiter ce modèle de praxéologie et de manque praxéologique et/ou praxéologie manquante pour analyser l'activité de l'enseignant d'une affinité didactique précise. Notre hypothèse est que les PADP (Professeur d'Affinité Didactique Physique) et PADC (Professeur d'Affinité Didactique Chimie) (§ 1.2.2) mobilisent des praxéologies didactiques différentes pour tel contenu lié à telle discipline, en distinguant leur degré de complétude :

- Praxéologie plus *complète* : pour chaque tâche, plusieurs techniques, une ou plusieurs technologies qui justifient ces techniques et une théorie qui les fondent ;
- Praxéologie beaucoup plus *incomplète* : pour certaines tâches, une seule technique (parfois non stabilisée), une technologie (parfois peu assurée) et quasiment pas de théorie.

Notre hypothèse est que le PADP pourrait avoir des praxéologies (disciplinaire ou didactique), par exemple, plus complète en physique qu'en chimie et vice-versa pour le PADC.

Pour cela, il faut une évaluation de la praxéologie disciplinaire et didactique mobilisées par l'enseignant. Pour évaluer chaque partie d'une praxéologie disciplinaire, Chevallard (1998) propose des critères :

- Evaluer des types de tâches : l'analyse préalable devra permettre de dire dans quelle mesure ils sont pris en charge par l'organisation mathématique.

> Critère d'identification. – Les types de tâches Ti sont-ils clairement dégagés et bien identifiés ? […]
> Critère des raisons d'être. – Les raisons d'être des types de tâches Ti sont-elles explicitées ? Ou au contraire ces types de tâches apparaissent-ils immotivés ?
> Critère de pertinence. – Les types de tâches considérés fournissent-ils un bon découpage relativement aux situations mathématiques les plus souvent rencontrées ? Sont-ils pertinents au regard des besoins mathématiques des élèves, pour aujourd'hui ? Pour demain ? Ou au contraire apparaissent-ils comme des « isolats » sans lien véritable – ou explicite – avec le reste de l'activité (mathématique et extra mathématique) des élèves ? (Chevallard, 1998, p. 115).

- Evaluer des techniques :

> Les techniques proposées sont-elles effectivement élaborées, ou seulement ébauchées ? Sont-elles faciles à utiliser ? Leur portée est-elle satisfaisante ? Leur fiabilité est-elle acceptable étant donné leurs conditions d'emploi ? Sont-elles suffisamment intelligibles ? Ont-elles un avenir, et pourront-elles évoluer de manière convenable ? » (Chevallard, 1998, p. 115).

- Evaluer l'organisation technologico-théorique :

> Ainsi, étant donné un énoncé, le problème de sa justification est-il seulement posé ? Ou bien cet énoncé est-il considéré tacitement comme allant de soi, évident, naturel, ou encore bien connu

[22] Selon la TAD, « une contrainte est une condition regardée, depuis une certaine position institutionnelle, à un certain instant, comme non modifiable ; de même, une condition est une contrainte juste modifiable, en ce même sens » (Chevallard & Cirade, 2010, p. 42).

> (“folklorique”) ? Les formes de justification utilisées sont-elles proches des formes canoniques en mathématiques ? Sont-elles adaptées à leurs conditions d’utilisation ? Les justifications explicatives sont-elles favorisées ? Les résultats technologiques rendus disponibles sont-ils effectivement et optimalement exploités ? Là encore on donnera quelques exemples » (Chevallard, 1998, p. 116).

Nous avons présenté ce qu’on entend par modèle praxéologique et manque praxéologique, ainsi que ce que nous entendons par degré de complétude d’une praxéologie didactique. Cette approche nous permettra de questionner la praxéologie disciplinaire et didactique de deux enseignants SPC (§ 3.5) d’affinités didactiques différentes pour enseigner un contenu donné (le spectre en seconde par exemple). Nous allons maintenant présenter la conclusion de cette section.

2.2.5 Résumé

Nous avons présenté les structures élémentaires de l’approche anthropologique (objet, institution, personne) développée par Chevallard et les relations qu’elles entretiennent. Nous considérons que les affinités disciplinaire et didactique se situent dans le rapport institutionnel d’un enseignant à un objet de savoir, plus particulièrement à une discipline et dans celle-ci, à une sous-discipline, à un objet ou à un thème. Nous avons ensuite abordé un outil d’analyse, la praxéologie, construction de quatre éléments : type de tâches ou tâche, technique, technologie, théorie, composant deux parties : savoir-faire « praxis » et savoir « logos ». Ceci nous permettra d’analyser le savoir mis en jeu dans les programmes scolaires lorsque les types de tâches relèvent de la discipline (le spectre en seconde), ainsi que dans les activités enseignantes lorsque les types de tâches relèvent de la didactique.

Notre hypothèse est que les types de tâches d’un enseignant d’affinité didactique pour telle discipline sont toujours renouvelés[23] ou mises à jour à travers son affinité didactique, les changements de programmes, les interactions avec les collègues. La technique est la manière possible ou les manières possibles pour résoudre le type de tâche. Nous pourrons explorer la technique dans notre étude en faisant la comparaison entre, par exemple, les ostensifs et les non-ostensifs chez tel enseignant d’affinité didactique physique et tel enseignant d’affinité didactique chimie. Si un enseignant a une affinité disciplinaire, l’hypothèse est que cet enseignant peut manipuler un complexe de non-ostensif et ostensif. Par contre, quand il n’a pas d’affinité pour celle-ci et qu’il l’enseigne, il peut manipuler des non-ostensifs qui ne sont pas vraiment pilotés par des ostensifs adéquats.

La technologie est un discours rationnel censé justifier la technique. Elle témoigne de la maîtrise d’une technique. Nous pouvons penser qu’un enseignant de SPC d’affinité didactique physique a des technologies plus faibles, i.e. des difficultés pour justifier ces techniques dans l’autre discipline (chimie), c’est-à-dire qu’il mobilise des techniques canoniques en chimie qui ne questionnent pas la technologie correspondante, alors qu’il a des technologies plus riches pour les techniques utilisées dans la discipline physique. Pour justifier une technologie donnée, nous pouvons penser qu’un PADP a plus de difficulté en chimie qu’en physique.

[23] Si l’enseignant renouvelle toujours ses types de tâches liées à la discipline, cela suppose éventuellement de renouveler ses ressources et les activités correspondantes. Dans ce cas-là, ces types de tâche didactique peuvent être problématiques.

Nous avons présenté la distinction entre des praxéologies disciplinaire et didactique. Dans le cas de l'élève, il s'agit de reconstruire la praxéologie de la discipline alors que dans le cas de l'enseignant, ce dernier doit maîtriser deux praxéologies : disciplinaire et didactique. La praxéologie disciplinaire est une organisation liée à un contenu disciplinaire pour accomplir un type de tâches ou une tâche [T, τ, θ, Θ] ; la praxéologie didactique est une organisation liée à l'enseignement de ce contenu disciplinaire, c'est-à-dire à la façon d'enseigner ce contenu. Rappelons que la conscience didactique, pour nous, est révélée par la praxéologie didactique mobilisée par l'enseignant et que l'affinité didactique est définie par la conjonction de l'intérêt didactique et de la conscience didactique (§ 2.2.3).

Nous pouvons décrire chaque praxéologie disciplinaire ou didactique selon deux versants : *praxis* et *logos*. Nous avons aussi fait des liens entre un modèle praxéologique pour la profession d'un enseignant proposé par Chevallard et Cirade (2010) et ce que nous entendons par degré de complétude d'une praxéologie (disciplinaire ou didactique) selon l'affinité disciplinaire et didactique de l'enseignant. Pour savoir si une telle praxéologie didactique ou disciplinaire est beaucoup plus *complète* ou *incomplète*, Chevallard (1998) présente un outil d'analyse sous la forme d'un ensemble de questions. Comment l'affinité didactique de l'enseignant oriente l'enseignant dans ses activités enseignantes ?

Nous avons souligné que nous voulons détecter les éléments de praxéologie disciplinaire et didactique à partir des ressources de l'enseignant et de leur mise en œuvre dans son enseignement : nous pouvons y chercher des types de tâches, des techniques, des technologies et des théories. Pour cela, nous avons besoin d'un cadre qui permette d'étudier les ressources de l'enseignant. C'est l'objet de la partie suivante.

2.3. Approche documentaire du didactique

Le passage des ressources stabilisées comme les manuels scolaires aux ressources numériques entraîne des mutations profondes du travail de l'enseignant, et de son développement professionnel. C'est cette analyse qui est à l'origine du développement de l'approche documentaire du didactique (Gueudet & Trouche, 2010). Celle-ci considère le travail des professeurs comme un *jeu* avec un ensemble de ressources. Les concepts essentiels de cette approche ont été introduits sur la base d'études portant sur des enseignants de mathématiques du second degré. Ils ont été ensuite mis à l'épreuve d'autres disciplines, par exemple en chimie (Hammoud, 2012) ou en biologie (Shaaban, 2014). Nous exploitons aussi cette approche dans le domaine de l'enseignement de la physique et de la chimie.

Nous présentons dans cette partie les concepts élémentaires de cette approche : les ressources et le travail documentaire de l'enseignant (§ 2.3.1). Nous présentons ensuite la dialectique entre ressource et document, le système de ressources et le système documentaire de l'enseignant (§ 2.3.2). Puis nous présentons un développement de cette approche les ressources mères et filles, et proposons de nouveaux concepts : *ressource fille orientée*, *document orientée* et *ressource mère structurante* (§ 2.3.3). Puis nous situons les ressources manquantes en relation avec les praxéologiques manquantes (§ 2.3.4). Enfin, nous présentons la conclusion de cette partie (§ 2.3.5).

2.3.1 Ressources et travail documentaire

Nous présentons ici le concept de « ressource » d'un professeur, puis le concept de « travail documentaire » de ce professeur.

Par « ressource », nous entendons les manuels scolaires ainsi que les logiciels ou ressources en ligne, c'est-à-dire les ressources matérielles. Pour prolonger cette réflexion, Alder (2010, p. 25) pense la ressource comme tout ce qui peut « *re-sourcer* : nourrir à nouveau, ou différemment » le travail des professeurs. Cet auteur élargit le sens de ressource au-delà des objets matériels, en considérant que les ressources peuvent comporter des objets matériels, humains et culturels disponibles. Gueudet et Trouche (2010) reprennent cette idée de ressource comme étant « tout ce qui est susceptible de re-sourcer le travail des professeurs » (ibidem, p. 57), mais sans intégrer les ressources humaines. L'enseignant interagit avec des ensembles de ressources : « celles-ci sont travaillées (adaptées, révisées, réorganisées…), au cours de processus articulant étroitement conception et mise en œuvre » (ibidem, p. 58). C'est l'ensemble de ce travail que Gueudet & Trouche (2010) appellent « *le travail documentaire* ». Selon ces auteurs, la *documentation* « désigne à la fois ce travail et ce qu'il produit » (ibidem, p. 58). Ce travail prend sa place en classe autant que hors classe, il a des aspects individuels ainsi que collectifs, il se prolonge dans la durée. Il est au centre de l'activité professionnelle des enseignants (Gueudet & Trouche, 2010).

Nous retenons que les ressources sont : tout ce qui entre dans la préparation et la mise en œuvre de l'enseignement des professeurs de physique-chimie en et hors classe. Ainsi les programmes, les manuels, les logiciels, des matériels expérimentaux, les sites Internet en relation avec l'enseignement de ces disciplines sont bien entendu des ressources, mais aussi toute discussion relative à un problème d'enseignement ou un conseil d'un collègue, ou encore le contenu d'une copie d'élève. Rappelons que le système institutionnel en France associe, dans l'enseignement secondaire, la physique et la chimie : un même professeur enseigne à la fois les deux disciplines scolaires. Nous nous intéressons donc plus particulièrement aux ressources communes et différentes auxquelles le professeur fait appel pour enseigner un contenu dans le domaine de la physique, dans le domaine de la chimie ou un contenu commun à la physique et la chimie. Nous distinguons les ressources de l'enseignant pour lui-même et les ressources pour les élèves, ainsi que ce que l'enseignant mobilise et ce qu'il produit.

Nous avons abordé dans cette partie ce qu'on entend par « ressources » des professeurs en choisissant une définition large qui va au-delà des ressources matérielles afin de prendre en compte une diversité d'éléments possibles pour alimenter la réflexion de l'enseignant sur son activité d'enseignement. Le travail du professeur sur les ressources, appelé travail documentaire, est au cœur de son activité enseignante.

2.3.2 Dialectique ressources et document; système de ressources et système documentaire

Nous présentons dans cette partie la dialectique ressource / document, les notions de système de ressources et de système documentaire, ainsi que notre articulation propre entre les approches documentaire et anthropologique du didactique.

L'approche documentaire distingue les *ressources* qu'un enseignant exploite, des *documents* qu'il développe à partir de ces ressources. Les documents sont développés afin de réaliser un objectif d'enseignement au cours d'une *genèse documentaire* (Gueudet & Trouche, 2010). Les genèses documentaires se composent de deux processus que Rabardel (1995) avait déjà introduits, les processus *d'instrumentalisation* et les processus *d'instrumentation*[24] : l'instrumentalisation, c'est la transformation des ressources au cours de leur appropriation ; l'instrumentation, c'est la transformation des formes de l'activité du professeur et des connaissances associées au cours de l'appropriation de nouvelles ressources. Ces deux processus permettent de repérer les contributions du professeur et des ressources au document qui émerge des genèses.

Le document est défini par Gueudet & Trouche (2008) comme une entité mixte, composée des ressources rassemblées pour un objectif précis d'enseignement, et d'un *schème* d'utilisation de ces ressources développé au cours de leur mise en œuvre. Un document est ainsi décrit sous la forme d'un couple : d'une part la composante « ressources », d'autre part la composante « connaissance organisatrice de l'activité avec ces ressources ». Selon Vergnaud (1996), un schème est une organisation invariante de l'activité, qui comporte notamment des règles d'action (partie opérationnelle du schème qui consiste à décider de l'action, à prendre de l'information et à contrôler l'action), et est structuré par des invariants opératoires (partie cognitive du schème) qui s'établit au cours de cette activité, dans différents contextes rencontrés pour la même classe de situation. Gueudet & Trouche (2008) résument le processus de constitution d'un document par l'équation suivante : *« Document = ressources recombinées + schème d'utilisation »* (Gueudet & Trouche, 2008, p. 11).

Gueudet & Trouche (2009) distinguent deux parties dans les schèmes d'utilisation : « visible et invisible ». La partie visible correspond aux régularités observables dans l'activité de l'enseignant par rapport aux différents contextes pour une même finalité. Ce sont ces régularités que Gueudet & Trouche (ibidem) nomment « usages ». Et c'est la partie invisible des schèmes d'utilisation qui pilote les usages observés : ce sont les connaissances professionnelles des enseignants. Selon cette perspective, un document est alors composé de ressources, d'usages associés et de connaissances professionnelles qui les pilotent. Nous considérons que la partie « usages » est la partie du « savoir-faire » de la praxéologie didactique déclaré par l'enseignant c'est-à-dire *pratico-technique* et la partie invisible est la partie du « savoir » de cette praxéologie c'est-à-dire *technologico-théorique*. Ainsi, nous introduisons la définition d'un *document* par l'équation suivante :

[24] L'approche instrumentale a été développée par Rabardel (1995, 1999) et introduite en didactique des mathématiques par plusieurs chercheurs. L'ouvrage collectif coordonné par Guin & Trouche (2002) met en évidence ce travail d'intégration théorique. Un instrument est formé de deux composants : l'artefact (des dispositifs matériels comme une calculatrice, ou symboliques comme le langage) et un schème d'utilisation (une organisation invariante de l'activité). Un instrument est développé au cours d'un processus de genèse instrumentale combinant deux processus :

« - les processus d'instrumentalisation concerne l'émergence et l'évolution des composantes artefact de l'instrument : sélection, regroupement, production et institution de fonctions, transformation de l'artefact (structure, fonctionnement, etc.) qui prolongent la conception initiales des artefacts ;

- les processus d'instrumentation sont relatives à l'émergence et à l'évolution des schèmes d'utilisation et d'action instrumentée : leur constitution, leur fonctionnement, leur évolution par accommodation, coordination combinaison, inclusion et assimilation réciproque, l'assimilation d'artefacts nouveaux à des schèmes déjà constitués, etc. » (Rabardel, 1995, p. 111).

Document pour enseigner un contenu = Ressources pour ce contenu + Praxéologie didactique mobilisée pour enseigner ce contenu en s'appuyant sur ces ressources

En outre, Gueudet & Trouche (2010) précisent que les ressources de l'enseignant ne sont pas séparées, mais articulées, et introduisent pour le prendre en compte le concept de *système de ressources*. Ils définissent ensuite un deuxième niveau de structure : le système documentaire, associant les ressources, leurs usages et les connaissances associées qui pilotent ces usages. Le système documentaire sera ainsi, pour nous, constitué par les ressources de l'enseignant et les praxéologies didactiques associées. Notre hypothèse est que l'affinité didactique (physique ou chimie) d'un professeur influence son travail documentaire et contribue à la configuration de son système de ressources comme de son système documentaire.

Nous avons présenté dans cette partie ce qu'on entend par un ensemble de ressources recombinées, mobilisées par le professeur pour un type de tâche donnée, conduisant à la genèse d'un document dirigée par des praxéologies. Ces ressources recombinées peuvent évoluer au cours du temps avec des orientations dues à l'affinité didactique, ce que nous présentons dans la partie suivante.

2.3.3 Ressources-mères, ressource-fille, ressource fille orientée, document orienté, ressource mère structurante

Nous présentons dans cette partie les définitions de deux concepts : ressources-mères et ressource-fille. Nous abordons ensuite notre deuxième contribution à l'approche documentaire en proposant de mettre en relation l'affinité didactique, les ressources de l'enseignant et les documents. Nous proposons ici trois définitions : ressource fille orientée pour un enseignement donné ; document orienté pour un enseignement donné ; ressource mère structurante pour un enseignement donné.

Pour Brousseau (1991, p. 171), « *Définir un concept en didactique des mathématiques consiste à déterminer sa fonction et sa consistance dans le système didactique [...] puis à justifier la pertinence de cette création en montrant qu'elle explique et prévoit d'assez nombreuses conséquences concrètement significatives* »[25]. C'est dans cette perspective que nous nous situons ici la définition, l'identification, et l'intérêt de nos propres concepts. Cette partie répond ainsi à des questionnements relatifs à la tâche 3 du projet ANR ReVEA « est-ce que les systèmes de ressources comportent une ou plusieurs ressources cruciales, autour desquelles sont organisées les autres ressources ? » (document scientifique de l'ANR ReVEA, p. 21).

Ressources mères, ressource fille

Nous présentons ici la distinction entre les ressources-mères et la ressource fille proposée par Hammoud (2012), qui souligne que dénommer « ressource » à la fois ce qui est utilisé et ce qui construit par l'enseignant pourrait induire une confusion. Pour éviter cette confusion, elle propose deux concepts : « ressources-mères » et « ressource fille ». Les ressources-mères sont celles que « l'enseignant mobilise pour préparer un enseignement donné » (ibidem, p. 46) et la

[25] Le corpus de définitions en didactique des mathématiques développé par Nicolas Balacheff http://dico-ddm.blogspot.fr/

ressource-fille celle que « l'enseignant a préparé et va mettre en œuvre dans sa classe […] la ressource fille résulte de la mobilisation et de la recombinaison de ressources-mères » (ibidem, p. 46).

Les ressources-mères et la ressource-fille nous permettront de proposer des concepts en lien avec les affinités disciplinaire et didactique.

Ressource fille orientée

Nous proposons dans cette partie notre définition d'une ressource fille orientée, les caractéristiques qui permettent au chercheur de préciser cette ressource, et l'intérêt de cette ressource.

Nous avons déjà présenté le concept de *l'affinité didactique* (§ 1.2.2) en nous appuyant sur *l'intérêt pour l'enseignement* d'une ou deux discipline(s) et *la conscience didactique* de l'enseignant. Nous l'avons situé en insistant sur ses relations avec le type de ressources que l'enseignant utilise et développe. Rappelons que l'enseignant de physique-chimie enseigne deux disciplines. Est-ce qu'il mobilise et produit des ressources de même façon pour un enseignement en physique et/ou en chimie ?

Pour nous, une *ressource fille orientée* est une ressource produite par l'enseignant *pour un enseignement donné* qui porte en elle l'expression de l'affinité disciplinaire et didactique de l'enseignant.

Nous distinguerons des ressources filles orientées physique, chimie, ou sans orientation apparente.

Une *ressource fille orientée* est identifiée par le chercheur à partir de plusieurs paramètres :

- les déclarations du professeur : ce que l'enseignant dit produire pour un thème disciplinaire précis, ce qu'il dit en particulier de la ressource en question ;
- les pratiques enseignantes en et hors classe ;
- l'analyse didactique de la structure et du contenu de cette ressource (une ressource fille orientée physique, par exemple, éclaire l'enseignement d'un contenu donné, essentiellement, par des éléments de physique : épistémologie, histoire, liens avec d'autres notions de physique, liens avec la vie courante).

Notre hypothèse est que les ressources filles orientées sont des révélateurs des affinités disciplinaire et didactique à travers la capacité de l'enseignant à construire celles-ci dans la discipline majeure (§ 1.2.1).

Document orienté

Nous présentons dans cette partie ce que nous entendons par le document orienté, les identifications qui nous permettent de repérer ce document, et l'intérêt de document orienté.

Pour nous, un *document orienté pour un enseignement donné* est constitué par une ressource fille orientée associée à la praxéologie didactique de l'enseignant qui pilote ses usages.

Nous distinguerons des documents orientés physique, chimie, ou sans orientation apparente.

Un document orienté est identifié par le chercheur à partir de plusieurs données : les déclarations du professeur de ses pratiques en et hors classe.

Notre hypothèse est qu'un document orienté est un des indicateurs de l'affinité didactique. Le document orienté est dynamique, car l'enseignant d'affinité didactique développe son système de ressources au cours du temps en produisant des ressources filles orientées avec des nouveaux usages.

Ressource mère structurante

Nous présentons dans cette partie ce que nous entendons par les ressources mères structurantes, les critères qui nous permettent de repérer cette ressource, et l'intérêt de cette ressource.

Pour nous, une ressource *mère structurante* est une ressource *mère* (Hammoud, 2012) qui contribue à structurer le travail documentaire du professeur de deux points de vue : d'une part c'est autour d'elle que se structure la *ressource fille* dédiée à cet enseignement[26] ; d'autre part elle induit de nouveaux équilibres dans les affinités disciplinaire et didactique du professeur.

Dans le domaine de sciences physiques-chimiques, nous distinguerons des ressources mères structurantes en physique, en chimie, ou mixtes.

Une ressource mère structurante est identifiée par le chercheur à partir de plusieurs données :

- les déclarations du professeur : les ressources mères structurantes qui bougent les affinités disciplinaire et didactique et ont un rôle particulier dans la conception des ressources filles orientées ;
- le suivi du travail documentaire du professeur : ce que le professeur fait, les ressources pratiquement qu'il mobilise ;
- son contenu disciplinaire : plutôt physique, plutôt chimie, mixte physique et chimie.

Notre hypothèse est que les ressources mères structurantes d'un professeur ont un potentiel de développement de l'affinité disciplinaire et didactique, donc de resourcement de l'activité du professeur, donc de création de nouvelles ressources.

Nous avons présenté notre contribution à l'approche documentaire en y intégrant les concepts d'affinité didactique et disciplinaire : ressource fille orientée et document orienté, ressource mère structurante. Dans le cadre de cette thèse, nous traitons d'une configuration particulière : le travail documentaire des professeurs de physique-chimie au lycée en France en relation avec leur affinité didactique physique ou chimie. L'exploitation de cette approche à d'autres configuration, en France ou dans d'autres institutions d'enseignement, comme les configurations de professeur de physique-mathématiques, biologie-chimie, sciences de la vie et de la Terre, ou encore histoire-géographie est à mettre à l'étude

2.3.4 Ressources manquantes

Nous abordons dans cette partie les ressources manquantes et ses liens avec les praxéologies manquantes ou manques praxéologiques. Nous présentons aussi le lien entre ressources et

[26] Nous nous distinguons ainsi de la notion de « document générateur » que Margolinas et Wozniak (2010, p. 239) proposent, qui est unique, et relatif à l'ensemble de l'œuvre du professeur : « c'est autour d'un document élémentaire que se cristallise le travail de développement de l'œuvre du professeur, comme la perle de l'huître se construit autour du grain de sable. Pour le dire autrement, c'est dans le document générateur que se trouve la source de l'œuvre ».

praxéologies avec l'affinité didactique. Nous avons présenté ce que Chevallard et Cirade (2010) appellent modèle praxéologique concernant le métier d'enseignant (§ 2.2.4). Ces auteurs voient le professeur comme « un petit producteur indépendant qui doit se procurer ses « ressources », inventer ses solutions, et vivre seul ce qu'il croit être « ses » échecs et « ses » réussites » (Chevallard & Cirade, 2010, p. 44). La question qui se pose alors est : comment identifie-t-on les praxéologies professionnelles ? Pour faire face au problème praxéologique de la profession, la question des « ressources du professeur » se transmue en la question des ressources de la profession, « or l'inventaire de ces ressources laisse aujourd'hui apparaître de nombreux blancs. Tel est le problème des ressources *manquantes*, problème crucial de la profession en construction » (Chevallard & Cirade, 2010, p. 46). L'introduction de la théorie des graphes dans l'enseignement des mathématiques au secondaire révèle ainsi un manque mathématique ainsi que des ressources manquantes, car l'enseignant n'a pas appris antérieurement cette théorie (§ 2.2.4). Nous nous inspirerons de cette notion de ressources manquantes, et donc des manques praxéologiques (§ 2.2.4), pour analyser les ressources en lien avec l'affinité didactique. Notre hypothèse est ainsi qu'un enseignant d'affinité didactique chimie a des ressources manquantes dans la discipline mineure (physique). Il peut alors être conduit à demander à son collègue d'affinité « physique » des ressources liées aux contenus physiques, car il veut compléter ses ressources manquantes. On peut alors conjecturer que c'est son affinité didactique « chimie » qui pilote cette demande.

Nous avons présenté ce qu'on entend par ressources manquantes ainsi que notre propre vision de ce concept, en le liant avec la question de l'affinité didactique. Nous allons présenter maintenant la conclusion de cette section.

2.3.5 Conclusion

Nous avons tenté de contribuer au développement de l'approche documentaire en introduisant des concepts qui nous semblent éclairer le travail documentaire des enseignants d'affinités didactiques différentes : la *ressource fille orientée* pour désigner les ressources pilotées par l'affinité didactique de l'enseignant, le *document orienté* qui comporte une ressource fille orienté avec la praxéologie didactique, une *ressource mère structurante* qui permet à la fois de faire évoluer l'affinité disciplinaire et didactique de l'enseignant et de construire des nouvelles ressources.

Nous avons aussi proposé, dans cette partie, une articulation entre les approches documentaire et anthropologique du didactique pour analyser la praxéologie du système de ressources des enseignants d'affinité didactique différente. Le repérage de la praxéologie didactique de l'enseignant soutient la compréhension de la pratique enseignante, et constitue une bonne entrée pour comprendre le travail documentaire de l'enseignant car il comporte deux parties : savoir-faire (praxis) et savoir (logos). L'étude du travail documentaire permet de repérer la construction des connaissances qui pilotent ce travail.

Ce qui fait, pour nous, les liens entre les documents, ce sont les liens entre les ressources qu'ils intègrent, et/ou les praxéologies qui permettent de les mettre en œuvre, nous parlerons donc du système de ressources et du système des praxéologies (ponctuelle, locale, régionale) du professeur de physique-chimie. Notre hypothèse est que les PADP et PADC mobilisent des ressources et des praxéologies différentes pour un contenu lié à une discipline (§ 2.2.4). Si le

contenu est lié à la physique, la praxéologie de PADP serait beaucoup plus *complète (une diversité de techniques et de technologies)* et *actualisée (de nouvelles techniques)* mais si le contenu est lié à la chimie, la praxéologie de PADP serait beaucoup plus incomplète (moins de techniques et de technologies, théorie mal assurée). Mais tout cela est susceptible d'évoluer au cours du long temps du travail documentaire de l'enseignant pour plusieurs raisons : interactions avec les collègues, rencontre avec de nouvelles ressources, questionnement curriculaire (renouvellement des programmes), didactique ou épistémologiques.

Nous allons présenter la conclusion générale de ce chapitre.

2.4. Conclusion du chapitre

A partir de notre problématique qui concerne les rapports que les enseignants construisent avec les disciplines enseignées, ici la physique et la chimie, nous avons été menés à l'élaboration d'un cadre théorique qui prend en compte l'interaction entre : les affinités didactique et disciplinaire, le travail documentaire, et praxéologies disciplinaires et didactiques.

Nous considérons le travail des enseignants comme *composite* et de plusieurs *dimensions* : *activité*, *statut*, *expérience*. Son activité visant l'apprentissage des élèves est *multidéterminée* et *multifinalisée*. Ce qui pilote le travail de l'enseignant ce sont ses connaissances. Nous considérons qu'une *connaissance ouvragée* est un ensemble de connaissances construites par l'enseignant lui-même qui prend son sens et sa pertinence dans et par le travail de l'enseignant. Cette connaissance est *plurielle*. Les affinités disciplinaire et didactique donnent un moyen de compréhension de ce travail composite et de cette connaissance plurielle. Comme toutes les connaissances, ces affinités sont ouvragées au cours du travail documentaire d'un enseignant, ce qui ouvre la voie à des évolutions possibles.

Nous avons mobilisé et développé, dans le cadre de l'approche anthropologique du didactique, les concepts de praxéologie ou organisation praxéologique [T, τ, θ, Θ], praxis et logos, praxéologie disciplinaire et didactique, manque praxéologique, praxéologie manquante. Nous avons proposé, pour distinguer le travail des enseignants de SPC d'affinités didactiques différentes de graduer les praxéologies entre praxéologies complètes et incomplètes.

Pour l'étude de la documentation des enseignants d'affinités didactiques différentes « physique » ou « chimie », nous avons mobilisé dans le cadre de l'approche documentaire du didactique les concepts de ressources, système de ressources, système documentaire. Nous avons proposé, pour approfondir l'analyse de la documentation des enseignants d'affinités didactiques différentes « physique » ou « chimie » les concepts de ressource fille orientée, document orienté pour un contenu donné, ressource mère structurante. Ce sont des notions que nous utilisons en tant qu'outils pour analyser l'orientation que prend la documentation des PADP et PADC.

Nous avons articulé les approches anthropologique et documentaire du didactique en reliant ressource fille orientée et praxéologie didactique qui constituent le document orienté de l'enseignant pour un contenu donné lié à une discipline donné.

Cette construction théorique nous permet de préciser notre questionnement (§ 1.3).

Dans la suite, nous présentons les questions de recherche et les hypothèses associées. L'objectif de l'ensemble de nos questions de recherche est de comprendre les rapports de l'affinité didactique et disciplinaire avec la documentation des enseignants en physique-chimie, ce qui englobe pour nous à la fois les interactions avec les ressources et avec les collègues des professeurs considérés.

2.5. Questions de recherche et hypothèses

Nous regroupons et organisons dans cette partie l'ensemble des questions de recherche et les hypothèses que nous avons construites au fur et à mesure du développement de notre étude, dans les chapitres précédents. Notre questionnement relatif à l'affinité vise à mieux cerner ce concept en étudiant l'activité réelle et déclarée d'enseignants de physique chimie. Les questions de recherche portent sur : la *conjonction* de l'intérêt et de la conscience disciplinaires (resp. didactiques) chez les enseignants de physique chimie ; la *cohérence* de l'affinité disciplinaire et de l'affinité didactique ; les *interactions* entre affinités, ressources et pratiques des professeurs ; la *genèse de l'affinité* disciplinaire et de l'affinité didactique, ses conditions *d'émergence* et *d'évolution*. Ce questionnement concerne la physique et la chimie. Les hypothèses émises sont construites à partir des premiers entretiens avec les enseignants rencontrés et à partir de l'expérience propre de l'auteur.

Conjonction de l'intérêt et de la conscience disciplinaires (resp. didactiques)

Q1. Quelle relation existe entre les éléments constitutifs de chaque affinité ?

Affinité disciplinaire

H1.a. L'intérêt et la conscience disciplinaires sont liés (intérêt fort / conscience forte).

Affinité didactique

H1.b. L'intérêt et la conscience didactiques sont liés (intérêt fort / conscience forte).

Cohérences des affinités disciplinaire/didactique

Ces affinités disciplinaire et didactique ne sont pas isolées, mais elles sont insérées dans *un réseau d'affinités*, ce qui conduit à rechercher un éventuel réseau d'affinités.

Q2. Quelles sont les relations entre l'affinité pour une discipline (physique ou chimie) et l'affinité pour une discipline voisine (mathématiques, biologie, géologie) ? Quelles sont les relations entre l'affinité pour une discipline (physique ou chimie) et l'affinité pour une sous-discipline de la physique ou de la chimie ?

Cohérence entre l'affinité disciplinaire (physique ou chimie) et l'affinité pour les autres disciplines et les sous-disciplines

H2.a. L'affinité pour une discipline (physique ou chimie) est liée à l'affinité pour les sous-disciplines et pour les autres disciplines. Une affinité disciplinaire se comprend comme insérée dans un *réseau* d'affinités disciplinaires.

Cohérence entre l'affinité didactique (physique ou chimie) et l'affinité didactique pour d'autres disciplines et les sous-disciplines

H2.b. L'affinité didactique (physique ou chimie) a des relations avec l'enseignement d'autres disciplines et avec l'enseignement des sous-disciplines qui partagent des concepts, des langages, et des objectifs du curriculum.

Les *interactions* entre affinités, ressources et pratiques des professeurs

Ces affinités disciplinaires et didactiques (physique ou chimie) se développent chez des professeurs de SPC qui travaillent en et hors la classe pour concevoir l'enseignement des contenus de la discipline concernée ce qui conduit à interroger les effets de ces affinités sur le travail documentaire et la pratique de l'enseignant.

Q3. Cette question est en relation avec le projet ANR ReVEA (tâche 1 et 3). « Il s'agit de réaliser des analyses précises des systèmes de ressources des professeurs, du travail des professeurs avec ces systèmes, et des évolutions de ces systèmes en lien avec leur travail documentaire. On s'intéressera aux aspects individuels du travail documentaire des professeurs, mais également à ses aspects collectifs[27], au sein d'équipes d'établissements (collèges et lycées) » (document scientifique de l'ANR ReVEA, p. 21). Dans ce cadre, nos questions de recherche sont : Quels sont les effets mutuels de l'affinité didactique (physique ou chimie) et de la documentation des professeurs de physique-chimie pour l'enseignement d'un contenu spécifique (physique et/ou chimie) ? Quelles relations existe–t–il entre l'affinité didactique (physique ou chimie) et la (les) praxéologie(s) d'un professeur de physique-chimie pour enseigner tel ou tel contenu précis ? Quels sont les effets mutuels de l'affinité didactique (physique ou chimie) d'un professeur et de ses interactions avec ses collègues pour l'enseignement d'un contenu spécifique ?

Travail documentaire

H3.a. L'affinité didactique (physique ou chimie) d'un professeur influence son travail documentaire et contribue à la configuration de son système de ressources. Les ressources ont des effets sur l'affinité didactique d'un professeur.

Pratiques (praxéologie didactique)

H3.b. L'affinité didactique (physique ou chimie) conditionne le caractère plus ou moins complet des praxéologies didactiques d'un professeur.

Les interactions avec les enseignants, les acteurs

H3.c. L'affinité didactique (physique ou chimie) oriente les interactions documentaires des professeurs (concepteur ou récepteur des ressources dans une discipline ou sous-discipline).

[27] Dans notre étude, nous nous intéressons au travail individuel ainsi qu'aux déclarations sur les interactions de l'enseignant avec ses collègues.

La *genèse de l'affinité* disciplinaire et de *l'affinité* didactique, ses conditions d'émergence et d'évolution

Nous avons regroupé les questions relatives à l'émergence de l'affinité et les questions relative à leur évolution.

Les questions de recherche afférentes à l'émergence de l'affinité disciplinaire et didactique sont : **Q4.** A quel moment, l'affinité disciplinaire et didactique se construit-elle ? Quels sont les facteurs qui favorisent cette émergence ?

Dans la suite nous formulons quelques hypothèses concernant les facteurs à l'origine des affinités disciplinaire et didactique.

Affinité disciplinaire

H4.a. L'affinité disciplinaire est transmise par l'enseignement reçu (connaissances reçues pendant la scolarité). Les enseignants donnent de l'importance aux savoirs de cette discipline, ils pratiquent des méthodes différentes et prennent du plaisir à enseigner, proposent des activités et des ressources différentes et cherchent à faire comprendre aux élèves la discipline pour laquelle ils ont l'affinité.

H4.b. L'affinité disciplinaire est transmise par le tissu social proche. La famille, les amis, les proches donnent de l'importance aux sciences, à l'expérimentation, aux liens entre la discipline concernée et la vie quotidienne.

H4.c. Les ressources reçues pendant la scolarité peuvent fonder l'affinité disciplinaire car elles permettent la découverte des nouvelles notions, ou favorisent la compréhension de la discipline.

Affinité didactique

H4.d. L'affinité disciplinaire favorise la construction d'une affinité didactique du fait de connaissances acquises dans cette discipline ce qui procure la facilité, et le plaisir d'enseigner la discipline.

Une fois construites, ces affinités sont exposées à certains facteurs pendant la vie du professeur (enseignement de la discipline mineure, rencontre avec des ressources). Dans le cadre de cette recherche, nous allons étudier cette évolution de l'affinité par les questions suivantes concernant son évolution Q4.1 et les raisons de cette évolution Q4.2.

Q4.1. Quelle est l'affinité des enseignants en exercice ? A-t-elle évolué depuis son émergence ? Nous formulons quelques hypothèses à propos de ces questions.

Affinité disciplinaire

H4.1.a. La majorité des enseignants a une affinité relative forte pour la discipline majeure par rapport à la discipline mineure. Les enseignants continuent à s'identifier comme ayant un rapport particulier avec une des deux disciplines.

H4.1.b. L'exercice du métier amène les enseignants à avoir une affinité pour les deux disciplines.

Affinité didactique

H4.1.c. Les enseignants ont une affinité didactique encore marquée pour la discipline majeure par rapport à l'affinité didactique pour la discipline mineure. Cette affinité didactique est en cohérence avec l'affinité disciplinaire.

H4.1.d. L'exercice du métier amène les enseignants à avoir une affinité didactique égale pour les deux disciplines.

Q4.2. Quels sont les déterminants de l'évolution (modifications après la genèse) des affinités disciplinaire et didactique au cours du temps ?

Affinité disciplinaire

H4.2.a. Après sa genèse, elle peut évoluer très tôt grâce à un enseignant qui permet de faire comprendre la discipline (épistémologie, histoire, objet).

H4.2.b. Le statut de l'enseignant l'oblige à enseigner les deux disciplines. C'est la nécessité d'enseigner qui fait évoluer l'affinité disciplinaire.

H4.2.c. L'affinité disciplinaire évolue pour une ou deux disciplines du fait de la recherche et de la découverte de l'épistémologie et de l'histoire des notions dans des ressources.

Affinité didactique

H4.2.d. L'affinité didactique peut évoluer sous l'effet de plusieurs facteurs qui sont à déterminer. Par exemple, la nécessité pour un professeur, du fait de son statut, d'enseigner deux disciplines le conduit à rechercher à découvrir et à développer des nouvelles ressources ce qui permet de retravailler ses connaissances pour et par le travail documentaire. Nous faisons aussi l'hypothèse que l'évolution de l'affinité disciplinaire fait évoluer l'affinité didactique. Les interactions de l'enseignant avec les collègues, les interactions avec les élèves, les changements des programmes peuvent aussi être des facteurs d'évolution de l'affinité didactique.

Nous allons développer dans le chapitre qui suit une méthodologie qui permette de questionner ces hypothèses de recherche en nous appuyant sur la construction théorique proposée.

Chapitre 3. Méthodologie

Ce chapitre concerne la méthodologie que nous avons développée pour recueillir les données ainsi que les modalités d'analyse de celles-ci. Elle est construite à partir d'un ensemble de choix liés à la problématique de notre étude, aux cadres théoriques mobilisés et aux questions de recherche. Elle a été développée en quatre temps.

Dans un premier temps (§ 3.1), pour vérifier la pertinence de notre approche et préciser nos définitions des affinités disciplinaire et didactique, nous avons mené une pré-étude sous forme d'entretiens, avec quatre enseignants de SPC.

Dans un deuxième temps, pour comprendre la genèse des affinités disciplinaire et didactique, nous avons mené des études, combinant des aspects quantitatifs (questionnaires) et qualitatifs (entretiens) avec un groupe d'étudiants se destinant au métier d'enseignant de SPC (§ 3.2), puis avec un groupe d'enseignants de SPC (§ 3.3).

Dans un troisième temps, nous avons développé deux études de cas. Pour cela, nous avons fait le choix d'un thème d'enseignement précis, lié à la fois à la physique et à la chimie – le spectre – et nous avons analysé le savoir en jeu (§ 3.4) grâce aux outils de la théorie anthropologique du didactique, puis nous avons choisi deux enseignants d'affinités contrastées, et analysé leur travail documentaire relatif à ce thème physico-chimique ainsi que les interactions avec leurs collègues (§ 3.5), hors classe et en classe, grâce aux outils de l'approche documentaire du didactique.

Dans un quatrième temps, nous présentons la méthodologie relative à l'analyse des données recueillies (§ 3.6).

Nous présentons une synthèse de cette partie dans une dernière section (§ 3.7).

3.1. Recueil de données pour préciser les affinités disciplinaire et didactique

Nous présentons dans cette partie les entretiens que nous avons réalisés avec les quatre professeurs en poste. Ces entretiens permettent d'avoir essentiellement des premiers éléments sur la nature et l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique (§ 1.2.1 & 1.2.2) en relation avec les ressources et les pratiques déclarées. Autrement dit, il permet donc d'avoir des éléments de réponses concernant des parties de questions de recherche Q1, Q3, Q4, Q4.1, Q4.2 (§ 2.5).

Dans la suite, nous présentons la méthode de choix des enseignants (§ 3.1.1), puis la méthodologie d'entretien (§ 3.1.2), ensuite les spécificités de chaque entretien (§ 3.1.3), et la conclusion de cette partie (§ 3.1.4).

3.1.1 Choix des enseignants en poste pour réaliser des entretiens généraux

Nous présentons la façon dont les quatre enseignants en poste ont été choisis ainsi que la préparation des entretiens.

Les enseignants interrogés ont été sollicités par des collègues de notre équipe S2HEP-Eductice[28] auxquels nous avions demandé de diffuser notre demande de collaboration. L'équipe travaille avec des enseignants en poste, elle fait des formations continues, donc elle a accès à des enseignants qui peuvent être mobilisés pour un dispositif d'entretien ou de suivi qui demande du temps. Notre idée était que le choix d'enseignants ayant déjà eu des contacts avec des équipes de recherche faciliterait l'explicitation des informations que nous souhaitions obtenir.

Nous cherchions des enseignants de formation[29] plutôt « physique » ainsi que des enseignants de formation plutôt « chimie » (dans l'idée que l'affinité est en relation avec la formation initiale des enseignants) qui enseignent depuis au moins 4 ans, durée que nous avions estimée nécessaire pour la constitution d'un système de ressources pour enseigner.

Nous avons obtenu quatre réponses : deux professeurs de formation plutôt « physique » (Paul et Jean) et deux professeurs de formation plutôt « chimie » (Nicole et Philippe).

3.1.2 Méthodologie d'entretien

Le premier contact avec ces enseignants était par mél, pour présenter notre objectif de recherche[30].

Nous avons réalisé ces entretiens au sein de leurs établissements. Jean et Nicole travaillant dans le même établissement, nous leur avons proposé un entretien conjoint, supposant que les interactions entre deux enseignants de formations différentes pourraient mieux éclairer leurs affinités respectives. Nous avons demandé à chaque enseignant d'apporter ses ressources (§ 2.3.1) pour l'enseignement de la physique et de la chimie surtout pour l'enseignement du thème de spectre en seconde ainsi que celui de la spectrophotométrie en 1S (nous justifierons ce choix thématique dans les parties § 3.4.2 et 3.4.3).

Pour pouvoir mener à bien ces entretiens, nous avons élaboré une grille qui constitue un outil de planification, un guide et un aide-mémoire, et s'inspire de grilles réalisées pour des études de la documentation des professeurs en mathématiques (Gueudet & Trouche, 2008) ou en physique-chimie (Hammoud, 2012). Les entretiens étaient de type semi-directifs (Vermersch, 1994). Ils questionnaient ainsi successivement : le parcours scolaire et professionnel, la conception des relations entre la physique et la chimie d'une part et l'enseignement de la physique et de la chimie d'autre part, les préférences disciplinaires et didactiques, la

[28] EA 4148 S2HEP (Sciences, Société, Historicité, Education et Pratiques) : équipe d'accueil mixte sous la co-tutelle de l'Université Lyon 1 et de l'École Normale Supérieure de Lyon (Institut Français de l'Education). EducTice (Education, technologies de l'information et de la communication), composante IFÉ de cette équipe, à laquelle j'ai participé en tant que doctorant pendant mes années de thèse.

[29] En France, la licence (3 ans après le baccalauréat) peut être suivie en physique, chimie, ou physique-chimie. À partir du master, la physique et la chimie se distinguent. Donc, nous disons que l'enseignant est de formation plutôt «physique», si il a fait après la licence, un master ou une formation spécifique en physique, et de formation plutôt «chimie» si il a fait après la licence, un master en chimie ou une formation spécifique en chimie. Pendant les formations universitaires, il est possible que l'enseignant acquiert des connaissances équivalentes dans les deux disciplines ou différentes d'une discipline à l'autre.

[30] Une partie du mél envoyé aux enseignants : « *Je suis doctorant en didactique de la physique et de la chimie à l'ENS-l'IFE. Je travaille sous la direction de Luc Trouche et Ludovic Morge. En fait, il s'agit d'un entretien (environ une heure et demie), en montrant des exemples de ressources (physiques et chimiques) et les relations entre l'enseignement de la physique et l'enseignement de la chimie* ».

description des ressources pour l'enseignement de la physique et de la chimie, les ressources utilisées pour enseigner le thème du spectre en seconde (en lien avec le changement de programme), l'organisation même des ressources via une représentation schématique, la prise en compte des changements des programmes (les démarches d'investigation DI et les entrées thématiques ET). Chaque entretien a des spécificités que nous allons présenter dans la partie suivante.

3.1.3 Eléments spécifiques des trois entretiens

Nous présentons ici les spécificités de chaque entretien avec les quatre enseignants.

Premièrement, l'entretien avec Paul, de formation plutôt « physique », vise à affiner les définitions de l'affinité disciplinaire et didactique. L'entretien (45 mn) a été l'occasion d'un questionnement sur les préférences disciplinaires et didactiques, sur la conscience disciplinaire, et l'effet de l'affinité didactique sur la prise en compte des changements de programmes (DI et ET) en ce qui concerne les ressources et les pratiques, et l'effet de l'affinité didactique sur les interactions collectives.

Le deuxième entretien (1h20) que nous avons mené avec deux enseignants de SPC simultanément, Jean et Nicole d'un même lycée, de formations universitaires différentes (plutôt physique vs plutôt chimique), a permis de bénéficier d'interactions riches, dans la mesure où ces deux enseignants se connaissent bien. Cet entretien était exploratoire et permettait de découvrir le terrain de recherche. Nous avons demandé aux enseignants de dessiner les relations entre la physique et la chimie ainsi que les relations entre l'enseignement de ces deux disciplines.

Le troisième entretien (45mn) était avec Philippe, un professeur de formation plutôt « chimie » d'un autre établissement. Les deux entretiens précédents nous permettent de bien définir l'affinité disciplinaire et didactique ainsi que d'ajuster les questions à poser dans cet entretien. Nous voulions étudier la nature et l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique à travers cet entretien.

3.1.4 Conclusion

Ces entretiens nous ont ensuite permis de confirmer le lien entre l'intérêt et la conscience disciplinaires (respectivement didactiques). Ils nous ont aussi permis de choisir deux enseignants, Jean et Philippe, pour des études de cas plus approfondies (§ 3.5.1). Les critères pour choisir ces deux profils sont les suivants : des formations scolaires extrêmement différentes (l'un plutôt « physique » et l'autre plutôt « chimie »), des intérêts disciplinaires et didactiques relatifs différents, des consciences disciplinaires différentes, des expériences d'enseignement et professionnelles différentes. Ce choix de deux enseignants devait nous permettre ensuite d'étudier en profondeur l'effet de l'affinité disciplinaire et didactique sur l'enseignement du thème de spectre et plus particulièrement sur les ressources et les pratiques de ces enseignants. Nous présenterons (§ 3.5) les outils de suivi du travail documentaire de ces deux enseignants de manière plus précise.

A noter que nous analyserons profondément les effets mutuels de l'affinité disciplinaire et didactique et du travail documentaire de Jean et Philippe dans les parties (§ 5.1 & 5.2). Nous

présenterons les cartes d'identités d'affinités pour les quatre enseignants (Jean, Philippe, Nicole, Paul) dans la partie (§ 5.3).

3.2. Recueil de données pour l'étude de la *construction* de l'affinité disciplinaire auprès d'étudiants se destinant à l'enseignement

Nous avons montré dans la partie précédente en quoi les entretiens avec les quatre enseignants de SPC en poste (§ 3.1.2 & 3.1.3) nous ont permis de préciser les définitions de l'affinité disciplinaire et didactique. Afin de pouvoir étudier l'existence de l'affinité disciplinaire ainsi que son évolution (§ 1.2.1 & 2.1.3), nous avons fait le choix d'une étude à la fois quantitative et qualitative, en sollicitant, par questionnaire puis par entretien, des étudiants de SPC se destinant au métier de professeur de physique-chimie ce qui permet d'avoir des informations sur l'affinité à un moment charnière juste avant l'exercice de l'enseignement (à la fois étudiants et futurs professeurs). Nous supposons aussi que ces étudiants expriment une affinité pour l'une ou l'autre discipline parce qu'ils sont récemment sortis spécialisés des études universitaires (par exemple Licence ou Master, en physique, en chimie, en physique-chimie).

Nous présentons dans cette partie d'abord (§ 3.2.1) la méthode de choix des étudiants et l'articulation de l'étude quantitative (le questionnaire) avec l'étude qualitative (les entretiens), puis la méthode de construction du questionnaire (§ 3.2.2), puis celle de préparation des entretiens (§ 3.2.3), avant de faire une conclusion (§ 3.2.4). Cette partie permettra d'avoir des éléments de réponses pour certains éléments de questions Q1, Q2, Q3, Q4, Q4.1 et Q4.2 (§ 2.5).

3.2.1 Choix des étudiants et articulation étude quantitative/étude qualitative

Nous avons fait le choix de distribuer le questionnaire (§ annexe 1) lors d'une journée des doctorants de l'ARDIST[31] à l'IFE[32] de Lyon en mars 2013 où j'ai présenté mon projet de recherche lors de ce séminaire. Nous voulions rencontrer des enseignants-chercheurs du domaine de la didactique de la physique et de la chimie enseignant aux futurs professeurs de SPC pour qu'ils distribuent notre questionnaire à leurs étudiants.

Au total, la population visée est composée de 105 étudiants : 45 en master 1 et 60 en master 2 issus de quatre Universités différentes : Université Paris sud (15 en master 2), Université Claude Bernard Lyon1 (23 en master 1 et 23 en master 2), Université Joseph Fourier Grenoble (9 en master 1 et 12 en master 2), Université de Clermont-Ferrand (13 en master 1 et 10 en master 2). L'effectif des répondants à notre questionnaire est de 72 étudiants : 32 en master 1 et 40 en master 2 issus de ces quatre Universités : Université Paris sud (14 en master 2), Université Claude Bernard Lyon1 (12 en master 1 et 10 en master 2), Université Joseph Fourier Grenoble (7 en master 1 et 7 en master 2), Université Clermont Ferrand (13 en master 1 et 9 en master 2).

Nous avons choisi de faire un entretien plus approfondi quatre mois après la passation du questionnaire, après leur stage en responsabilité qui confronte les étudiants au métier d'enseignement de la physique et de la chimie.

[31] ARDIST : Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies
[32] IFE : Institut Français de l'Education

Nous avons réalisé les entretiens individuels (§ 3.2.3), avec chacun des quatre étudiants de l'Université Lyon 1 (que nous avons déjà rencontré lors de première passation) et deux étudiants de l'Université de Clermont Ferrand. Nous avons choisi ces six étudiants car ils ont des déclarations contrastées sur leurs intérêts relatifs pour l'une ou l'autre discipline (§ 1.1.2) et des éléments de consciences disciplinaires différents (§ 1.1.3).

3.2.2 Etude quantitative de la construction de l'affinité disciplinaire

Cette partie concerne la conception du questionnaire, de l'élaboration initiale à son test sur quelques étudiants, suivi des ajustements nécessaires.

Conception du questionnaire A

Le questionnaire porte sur l'intérêt disciplinaire de manière générale ainsi que sur l'intérêt et la conscience en physique/chimie de manière spécifique. Dans la suite, nous présentons les contenus du questionnaire que nous avons conçus. Nous abordons ensuite les conditions de la première passation du questionnaire auprès de quatre étudiants en master se destinant à l'enseignement pour tester notre questionnaire.

Présentation du questionnaire

Ce questionnaire comporte trois parties : la première concerne l'intérêt respectif pour les différentes disciplines, la deuxième concerne l'intérêt relatif pour la physique et la chimie et la troisième porte sur les ressources mobilisées pendant la formation. Il contient à la fois des questions fermées pour préciser l'intérêt disciplinaire et des questions ouvertes pour expliquer les raisons de cet intérêt.

Intérêt disciplinaire

Nous présentons dans cette partie les questions posées aux étudiants concernant leur parcours scolaire et le choix des intérêts disciplinaires.

Les deux premières questions de cette partie concernent le parcours scolaire et universitaire des étudiants : (Baccalauréat, école d'ingénieur, licence, maîtrise, master, concours préparé (CAPES ou Agrégation), stage continu, autres formations). L'objectif est de préciser le profil des étudiants et d'avoir des informations sur leurs parcours disciplinaires : la physique et/ou la chimie (§ 2.1.3). La troisième question concerne l'intérêt disciplinaire porté à chaque niveau d'enseignement (collège, lycée et université) : nous avons préparé un tableau (tableau 2) pour chaque discipline avec les niveaux d'enseignement en demandant de repérer l'intérêt pour telle ou telle discipline (1 = intérêt très faible, 2 = faible, 3 = moyen, 4 = fort, 5 = très fort). Les données ainsi recueillies permettront de repérer l'évolution de l'intérêt au cours du temps pour savoir à quel moment se construit l'intérêt (§ voir problématique et question de recherche).

La discipline		
Niveau	Intérêt	Explication de votre réponse
Collège	1 2 3 4 5 →	
Lycée	1 2 3 4 5 →	

Université	1 2 3 4 5 →	

Tableau 2. choix de l'intérêt disciplinaire et explications

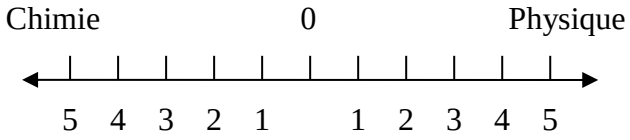
Nous avons classé les tableaux les disciplines selon l'ordre suivant : mathématiques, chimie, géologie, biologie et physique afin d'inciter les étudiants à réfléchir de manière séparée pour des disciplines considérées souvent comme voisines : la physique et la chimie, la biologie et la géologie, la chimie et la biologie, la physique et la géologie, enfin les mathématiques et la physique. Nous avons ajouté à chaque fois un espace permettant aux étudiants d'expliciter leur réponse. Nous voudrions ainsi repérer les corrélations possibles entre des intérêts disciplinaires pour les disciplines considérées comme voisines, par exemple, la corrélation entre l'intérêt pour les mathématiques et l'intérêt pour la physique, l'intérêt pour la chimie et l'intérêt pour la biologie, l'intérêt pour la physique et l'intérêt pour la géologie (§ 1.2.1).

Par ailleurs, nous avons posé dans cette partie du questionnaire une quatrième question qui concerne l'enseignement du couplage disciplinaire. Nous avons précisé qu'en France, au collège et au lycée, la physique et la chimie sont réunies sous le nom de sciences physiques-chimiques ; la géologie et la biologie sont réunies sous les sciences de la vie et de la terre. Nous avons ensuite demandé si l'étudiant souhaiterait enseigner une seule discipline ou plusieurs. En effet, nous avons organisé un tableau en demandant de préciser un indicateur de 1 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord) pour enseigner une seule discipline (mathématiques, chimie, géologie, biologie, physique) ; pour enseigner deux disciplines ensembles (mathématiques+physique, chimie+bologie, géologie+physique, physique+chimie, biologie+géologie, autres couplages) de trois colonnes. L'étudiant remplit dans la case correspondante au collège et au lycée une réponse allant de 1 à 5. Nous avons ensuite laissé une place pour décrire les raisons de ces choix.

Intérêt relatif pour la physique et la chimie

Cette partie concerne les questions posées pour repérer l'intérêt relatif soit pour la physique, soit pour la chimie, l'intérêt pour les sous-disciplines de la physique et de la chimie et la maîtrise disciplinaire.

La première question permet de préciser l'intérêt relatif pour la physique et/ou pour la chimie en situant la préférence plus du côté[33] de la chimie ou plus du côté de la physique dans le cas contraire, ou en choisissant 0 en cas d'intérêt égal pour les deux disciplines.



La question suivante demande de situer le moment où cet intérêt relatif est apparu, et les raisons de cette apparition. Puis, nous questionnons les relations entre l'intérêt relatif pour la

[33] Voici la signification (donnée aux étudiants) pour les chiffres du côté de la chimie (1 = un peu plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 2 = plutôt plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 3 = plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 4 = beaucoup plus d'intérêt pour la chimie que la physique, 5 = intérêt extrêmement fort pour la chimie par rapport à la physique). Idem du côté de la physique, en remplaçant « chimie » par « physique » et inversement. La position 0 signifie intérêt relatif égal pour la physique et pour la chimie.

physique ou la chimie et les manières d'enseigner la physique et/ou la chimie (§ 1.2). Nous voudrions repérer si, du point de vue des étudiants, l'intérêt disciplinaire relatif peut avoir des effets sur la manière d'enseigner la physique et/ou la chimie. Ensuite, nous demandons aux étudiants de préciser, en les motivant, leurs intérêts pour chaque sous-discipline de la chimie et de la physique (indicateur de 1 à 5). Ces sous-disciplines (chimie générale, chimie analytique, chimie inorganique, chimie organique, chimie physique, mécanique, optique, vibration-ondes, électricité, électronique) ont été sélectionnées à partir des maquettes d'enseignement des années de licence de deux Universités : l'Université Joseph Fourrier Grenoble et l'Université Claude Bernard Lyon 1 (où la moitié des étudiants interrogés ont fait leurs études). Nous avons laissé trois places libres pour d'autres sous-disciplines complémentaires que voudraient citer les étudiants. Nous avons demandé aux étudiants d'expliquer les raisons de leur intérêt pour la sous-discipline qui suscite pour eux le plus d'intérêt et le moins d'intérêt (§ 1.2). Ces questions ont pour but de déterminer les réseaux d'intérêt disciplinaires.

Enfin, nous avons posé une question concernant leurs maîtrises relatives des contenus disciplinaires (de Bac + 3 à la 5ième) en physique et en chimie en demandant de se situer sur le segment (plus près de la chimie si les étudiants maîtrisent davantage cette discipline, plus près de la physique dans le cas contraire).

Niveau	Maîtrise davantage
Bac+3	Chimie 0 Physique 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5

Tableau 3. Maîtrise relative des contenus disciplinaires au Bac+3

Nous voulons ainsi repérer s'il existe des liens entre l'intérêt relatif et la maîtrise déclarée en fonction du temps.

Les ressources

Cette partie concerne les questions posées pour repérer les ressources qui peuvent jouer un rôle dans l'apparition de l'intérêt disciplinaire en physique ou en chimie (§ 1.2.1 & 2.3). Nous avons posé une question sur les ressources considérées comme les plus intéressantes pour leur apprentissage de la chimie et de la physique qui auraient pu fonder leur intérêt disciplinaire. Nous avons donné quelques pistes de ressources possibles : sites internet, ouvrages, TV, revues spécifiques. De plus, nous avons demandé de préciser si l'intérêt disciplinaire aurait des effets éventuels sur ses activités en tant qu'enseignant de physique-chimie (§ 2.1.2).

Test du questionnaire auprès de quatre étudiants

Nous présentons les conditions de passation du questionnaire auprès de quatre étudiants afin de le tester.

Nous avons contacté par mail le responsable du master 2 « Enseignement et Diffusion des Sciences Expérimentales » à l'Université Lyon1 en expliquant le contenu et le but de ce questionnaire. Il y avait quatre étudiants volontaires (en master se destinant à

l'enseignement) : deux jeunes filles et deux jeunes hommes. Nous avons donc soumis le questionnaire à chacun de ces quatre étudiants et enregistré les remarques suscitées par les questions (ambiguïté, incompréhension) et noté le temps nécessaire pour y répondre.

Après cette première passation, nous avons trouvé que les questions de l'affinité disciplinaire étaient claires car il n'y avait pas de remarques cruciales sur les questions posées. Nous avons constaté qu'il faut entre 30 à 45 minutes pour répondre à notre questionnaire. En revanche, nous avons supprimé de ce questionnaire la question qui concerne le couplage disciplinaire car elle prenait trop de temps et nous avons décidé de poser cette question par exemple dans des entretiens ce qui permettait également de discuter les fondements de leurs choix. De plus, nous avons réduit les niveaux demandés dans la question visant à préciser la maîtrise disciplinaire car nous supposons qu'il est difficile de se rappeler la maîtrise disciplinaire de Bac+3 à la 5ième. Nous avons donc demandé de préciser la maîtrise disciplinaire aux trois niveaux Bac+3, Bac+2, Bac+1 et nous avons laissé une case pour d'autres niveaux. La deuxième version du questionnaire A se trouve dans l'annexe 1.

3.2.3 Méthodologie pour l'étude qualitative de la construction de l'affinité, de son impact sur l'enseignement

Il s'agit dans cette partie d'une étude du lien entre l'affinité disciplinaire et son impact sur l'enseignement de la physique et de la chimie. La méthode utilisée est l'entretien mené avec quelques étudiants en master se destinant à l'enseignement qui ont déjà répondu à notre questionnaire.

Les entretiens semi-directifs ont trois objectifs : ils permettent d'expliciter des réponses qui ne sont pas claires dans le questionnaire ; d'éclairer la conscience disciplinaire des étudiants (§ 1.1.3) en questionnant leur représentation de la physique et de la chimie ; d'avoir accès à un compte rendu d'expériences à propos du stage en responsabilité (§ 2.1.1), de leur travail documentaire et de leur activité d'enseignement de la physique et de la chimie (§ 2.2 & 2.3).

Pour pouvoir mener à bien ces entretiens, nous avons élaboré une grille composée de trois parties qui constitue un outil de planification, un guide et un aide-mémoire. Dans la première partie, nous avons d'abord repéré les réponses du questionnaire qu'il semblait intéressant de compléter ou d'éclairer en posant des questions à l'oral. Par exemple : *en quoi la physique ou la chimie est « intéressante » ? Qu'est-ce que vous entendez par « intéressante » ? Pouvons-nous dire que l'autre discipline est intéressante ?*. Un autre exemple : *Décrivez en quoi la chimie est « beaucoup moins concrète »? Et qu'est-ce que vous entendez par la chimie organique est « moins passionnante et intéressante » ?*.

Dans la deuxième partie, nous avons posé des questions concernant la conscience disciplinaire pour la physique et la chimie, comme par exemple : *d'après vous, c'est quoi la chimie (quelle est votre représentation de la chimie ? quel est l'objet de l'étude de la chimie ? Comment situez-vous la chimie dans l'échelle microscopique-macroscopique, et dans la relation concret-abstrait ?).* Enfin, nous avons demandé aux étudiants de raconter leur expérience vécue pendant le stage (stage pratique accompagnée de quelques semaines en master 1 ; stage en responsabilité en master 2 à mi-temps sur l'année) (§ 2.1.1) et plus précisément concernant la préparation d'un cours en physique et un autre en chimie : la recherche des ressources, les ressources préparées pour lui et pour les élèves, la pratique

enseignante, l'effet de son affinité disciplinaire sur l'enseignement. Nous avons aussi posé une question sur la possibilité d'enseigner une seule ou plusieurs disciplines.

3.2.4 Conclusion

Nous avons présenté dans cette partie le choix des étudiants interrogés et la conception du questionnaire. L'objectif est d'étudier l'existence et l'évolution de l'intérêt disciplinaire chez les étudiants se destinant à l'enseignement. Le questionnaire a aussi pour objectif de repérer des éléments de la conscience disciplinaire. Par ailleurs, les entretiens avec quelques étudiants ayant déjà répondu au questionnaire sont destinés à compléter les informations surtout en ce qui concerne la conscience disciplinaire et les effets éventuels de l'affinité disciplinaire et didactique sur l'enseignement d'un contenu précis de la physique et/ou de la chimie lors du stage en responsabilité des étudiants. L'analyse des entretiens se trouve dans les parties (§ 4.1.1 & 4.1.5).

3.3. Recueil de données pour l'étude de *l'évolution* des affinités disciplinaire et didactique auprès d'enseignants en exercice

Il s'agit dans cette partie d'une étude quantitative pour examiner l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique chez les enseignants de physique et/ou de chimie qui sont en poste depuis au moins quatre ans (disposant ainsi de systèmes de ressources déjà constitués). Nous présentons d'abord la manière dont le choix des enseignants en poste a été effectué (§ 3.3.1) et l'étude quantitative de l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique (§ 3.3.2).

Cette partie permettra d'avoir des éléments de réponses aux questions de recherche Q4, Q4.1 et Q4.2.

3.3.1 Constitution de l'échantillon d'enseignants en poste pour remplir le questionnaire

Pour étudier l'existence et l'évolution de l'intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la physique et la chimie à travers un échantillon plus large (§ voir les questions de recherche Q1 et Q4), nous avons contacté le responsable du Congrès Français national des professeurs de physique-chimie, congrès qui a eu lieu à Lyon en octobre 2014, pour lui expliquer notre deuxième questionnaire et son objectif. Il a accepté que nous distribuions le questionnaire (§ annexe 2) aux enseignants lors d'une journée du congrès et que nous affichions un poster montrant les grandes lignes de notre problématique. Selon nous, les enseignants qui ont participé à ce congrès se trouvaient dans une dynamique de formation. Ils sont probablement représentatifs de la partie la plus active des enseignants. Nous avons obtenu ainsi 44 retours d'enseignants de SPC au collège, au lycée, et en classes préparatoires. A noter que les quatre enseignants que nous avions déjà interviewés dans la partie (§ 3.1) et les deux enseignants que nous avons suivis (§ 3.5) ne répondent pas à ce questionnaire car ils n'étaient pas présents à ce congrès et nous avions déjà questionné leur affinité disciplinaire et didactique en relation avec les ressources et les pratiques.

3.3.2 Etude quantitative de l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique au cours de la carrière

Nous présentons dans cette partie la conception du questionnaire B afin d'effectuer une étude quantitative de l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique. Ce questionnaire (§ annexe 2) comporte trois parties : la première concerne le parcours scolaire et professionnel (§ 2.1.3), la deuxième concerne l'intérêt relatif pour la physique et la chimie ainsi que l'évolution de cet intérêt et la troisième partie porte sur l'intérêt relatif pour l'enseignement de la physique et de la chimie ainsi que son évolution (§ 1.1.2). Nous avons choisi de ne pas aborder d'autres thèmes comme par exemple les ressources pour l'enseignement de la physique et celui de la chimie pour ne pas trop accroître le temps de remplissage du questionnaire car le programme du congrès était très chargé (§ 3.3.1). Donc, nous avons conçu un questionnaire rapide à remplir (10 min.).

Dès le début de ce questionnaire, nous avons demandé aux enseignants de préciser leur sexe (masculin ou féminin) (§ 1.1.2), leur académie, et leur âge, afin d'étudier les relations entre l'intérêt relatif disciplinaire et didactique et le sexe, et de repérer l'évolution de l'affinité en fonction de l'expérience professionnelle.

Parcours scolaire et professionnel

Cette partie concerne les questions relatives aux formations scolaires suivies ainsi qu'aux expériences professionnelles.

La première question de cette partie concerne le parcours scolaire et universitaire des professeurs : (Baccalauréat, école d'ingénieur, licence, maîtrise, master, concours préparé (CAPES ou Agrégation), autres formations) avec l'objectif d'analyser le profil des professeurs et d'avoir des informations sur leur niveau de connaissances en physique et en chimie (§ 2.1.3).

La deuxième question porte sur la(les) discipline(s) enseignée(s) par les professeurs (physique, chimie, physique-chimie), les classe(s) auxquels ils enseignent ainsi que le nombre d'années de pratique en tant qu'enseignant (§ 2.1.1). Nous pourrons ainsi repérer des orientations vers telle ou telle discipline en relation avec l'intérêt et la conscience disciplinaire et didactique (§ 1.2).

Intérêt relatif disciplinaire

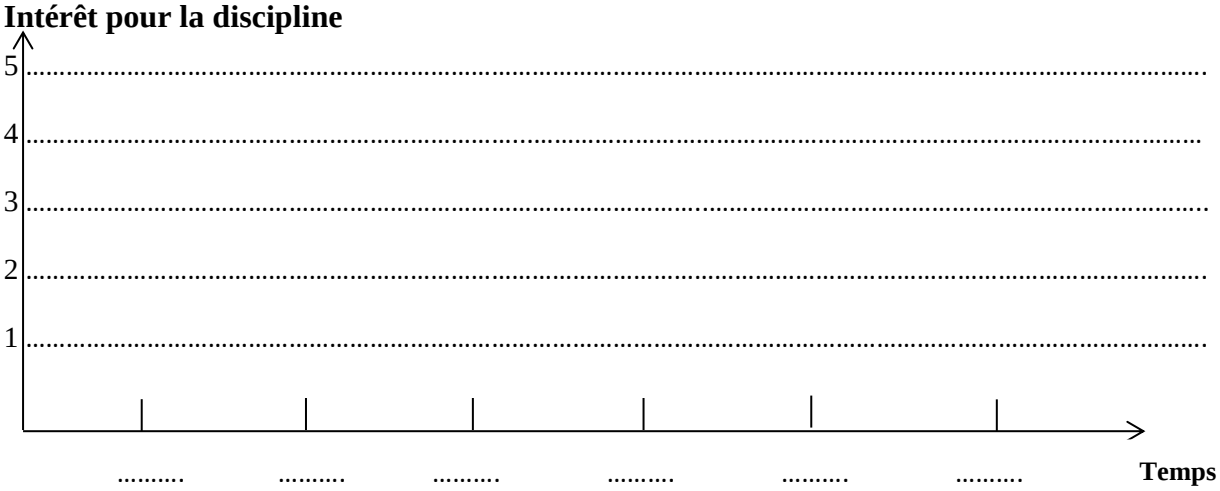
Cette partie concerne les questions posées pour repérer l'intérêt relatif ainsi que l'évolution de l'intérêt disciplinaire pour la physique et la chimie.

La première question permet de préciser l'intérêt relatif pour la physique et/ou pour la chimie en situant la préférence plus du côté de la chimie (§ 3.2.2) ou plus du côté de la physique dans le cas contraire, ou en choisissant 0 en cas d'intérêt égal pour les deux disciplines.

La question suivante demande de préciser l'évolution de l'intérêt pour la chimie ainsi que l'évolution de l'intérêt pour la physique[34]. Nous avons demandé aux enseignants de placer un repère (x) sur un graphique (voir ci-dessous) afin de préciser l'évolution de leur intérêt pour la

[34] Rappelons que l'affinité est vu comme connaissances ouvragées (§ 2.1.3).

discipline (en choisissant un chiffre de 1 à 5) en précisant en abscisse les moments où ces évolutions ont eu lieu (du collège jusqu'à aujourd'hui) et de développer les raisons de ces éventuelles évolutions pour chacun des changements.

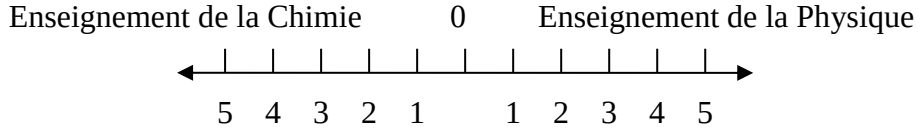


Voulant étudier les évolutions sur une grande échelle du temps, nous avons laissé toute liberté aux enseignants pour qu'ils puissent préciser leurs intérêts aux moments où il existe une évolution. Imaginons un professeur de physique-chimie qui enseigne depuis 20 ans par exemple. Nous pourrons ainsi repérer l'évolution de son intérêt pour la physique ou la chimie ainsi que les moments des changements sur ce laps de temps sans préjuger du nombre de changements.

Intérêt relatif didactique

Cette partie concerne les questions posées pour repérer l'intérêt relatif didactique ainsi que l'évolution de l'intérêt didactique pour la physique et la chimie.

La première question permet de repérer l'intérêt relatif didactique pour la physique et/ou pour la chimie en situant la préférence plutôt du côté[35] de l'enseignement de la chimie ou plutôt du côté de l'enseignement de la physique, ou encore en choisissant 0 en cas d'intérêt didactique égal pour les deux disciplines.

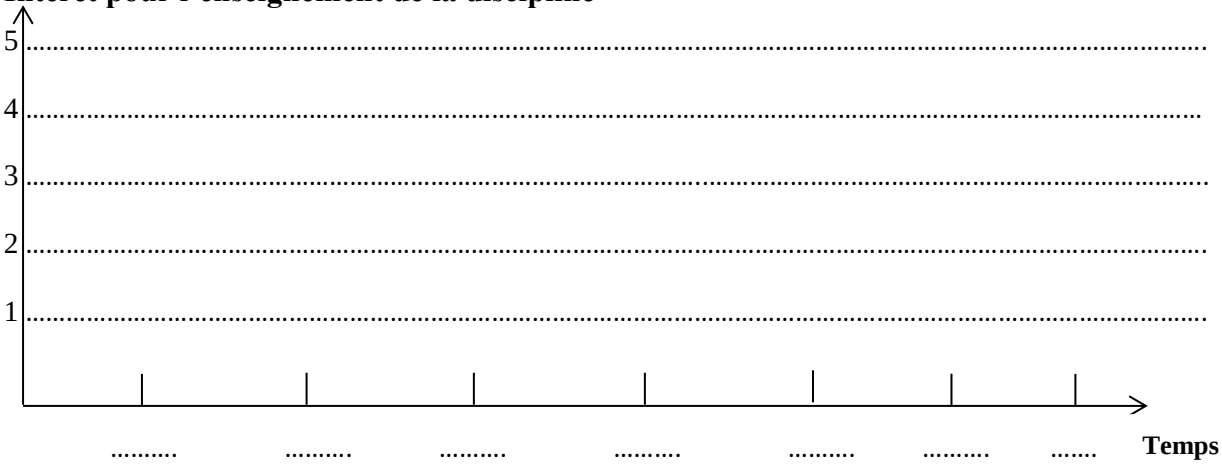


La question suivante demande de préciser l'évolution de l'intérêt pour l'enseignement de la chimie ainsi que l'évolution de l'intérêt pour l'enseignement de la physique. Comme pour l'intérêt disciplinaire, nous avons demandé aux enseignants de placer un repère (x) sur le

[35] Voici les explications des chiffres de côté de l'enseignement de la chimie (1 = un peu plus d'intérêt pour l'enseignement de la chimie que pour l'enseignement de la physique, 2 = plutôt plus d'intérêt pour l'enseignement de la chimie que pour l'enseignement de la physique, 3 = plus d'intérêt pour l'enseignement la chimie que pour l'enseignement de la physique, 4 = beaucoup plus d'intérêt pour l'enseignement de la chimie que l'enseignement de la physique, 5 = intérêt extrêmement fort pour l'enseignement de la chimie par rapport à celui de la physique). Idem du côté de l'enseignement de la physique, en remplaçant « chimie » par « physique » et inversement. La position 0 signifie intérêt égal pour l'enseignement de la physique et de la chimie.

graphique ci-dessous afin de préciser l'évolution de l'intérêt pour l'enseignement de la discipline (à choisir un chiffre de 1 à 5) en précisant en abscisse les moments où ces évolutions ont eu lieu (au début de leur enseignement jusqu'à aujourd'hui) et de développer les raisons de ces éventuelles évolutions pour chacun des changements.

Intérêt pour l'enseignement de la discipline



3.3.3 Conclusion

Le principal but de ce questionnaire est d'effectuer une étude quantitative sur l'évolution de l'intérêt disciplinaire et didactique au cours de l'exercice du métier. Nous avons présenté le profil des enseignants qui répondaient à ce questionnaire. Ces enseignants ont au moins quatre ans d'ancienneté et sont dans une dynamique de formation. Nous avons ainsi concentré nos questions sur l'intérêt relatif disciplinaire et didactique (physique et/ou chimie), sur l'intérêt disciplinaire et didactique (physique et chimie) et leur évolution.

L'analyse de ce questionnaire se trouve dans la partie (§ 4.2).

3.4. Le choix et l'analyse d'un thème d'enseignement critique

Nous présentons dans cette partie le choix et l'analyse du savoir de référence (le spectre) concernant la séance sur laquelle porte l'entretien avec Jean et Philippe en vue d'étudier le rôle de l'affinité sur les ressources et les interactions de ces deux enseignants avec leurs collègues. Nous développerons plus particulièrement l'étude de la lumière qui fonde le spectre (§ 3.4.1), l'émergence de l'analyse spectrale (§ 3.4.2), l'analyse praxéologique du thème de l'étude dans les programmes scolaires qui est l'objet de nos questions de recherche sur les ressources et les pratiques (§ 3.4.3). Nous exposons enfin la conclusion de cette partie (§ 3.4.4).

3.4.1 Analyse du savoir de référence : la lumière fondant l'étude du spectre

Nous avons fait le choix d'un thème d'enseignement précis, ici le thème du spectre, du fait de sa place, à l'intersection des deux disciplines : il est issu de la physique et exploité en chimie par les méthodes spectroscopiques. Nous allons d'abord étudier, ici les approches de la lumière du point de vue de la physique.

Les gouttes d'eau dans l'air sont responsables de l'apparition d'un arc-en-ciel à cause de la déviation de lumière solaire en un ensemble de rayons : « C'est donc par essence une «

illusion d'optique » et non un objet physique situé à une certaine distance de vous » Bordé (2008, p. 10). Bordé (*ibidem*) explique qu'il existe trois approches pour étudier la lumière : géométrique, ondulatoire, et corpusculaire.

Dans l'approche géométrique, d'après Bordé (ibidem), il existe trois types de rayons : le rayon incident venant du soleil, le rayon réfracté (qui entre dans la goutte) et le rayon réfléchi. Les deux nouveaux rayons (réfracté et réfléchi) et leurs directions obéissent aux lois de la réflexion et de la réfraction qui sont appelés les lois de Snell-Descartes[36]. La symétrie dans la loi de la réflexion est analogue à la symétrie par rapport à la perpendiculaire à la bande du billard observée dans la trajectoire de la boule. Cela s'exprime mathématiquement par une égalité entre l'angle d'incidence, noté i, et l'angle de réflexion, noté r. Cela permet ainsi de repérer la direction de chacun des rayons par rapport à la normale. Dans la loi de la réfraction, on appelle indice de réfraction d'un milieu, noté n, le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans ce milieu.

En 1666, le physicien anglais Isaac Newton conduisit une série d'expériences célèbres avec des prismes de verre. Il montra d'un part que la lumière blanche résulte de la superposition de lumières colorées, et d'autre part que l'indice de réfraction d'un milieu dépend de la longueur d'onde de la lumière qui le traverse. En conséquence, les couleurs constitutives de la lumière solaire sont séparées angulairement par la réfraction à la traversée des interfaces air-eau-air.

Dans la deuxième approche ondulatoire, Bordé (ibidem) explique que Grimaldi au XVIIe siècle avait fait une série d'observations qui cadrent mal avec l'idée d'un rayon lumineux se propageant en ligne droite. Ce savant trouve que le bord de l'ombre portée par un cheveu était flou et colorée. Il nomme ce nouvel effet « diffraction » qui n'était ni de la réflexion ni de la réfraction. Pour expliquer la nature des couleurs, Grimaldi suggère que la lumière est un « fluide capable d'onduler », mais selon Bordé (ibidem), Grimaldi n'était pas parvenu pas à construire une théorie cohérente expliquant tous les résultats expérimentaux. A la suite de Grimaldi, les grands artisans d'une théorie ondulatoire cohérente furent Christian Huygens en Hollande, puis au XIXe siècle, Thomas Toung en Angleterre et Augustin Fresnel en France. Selon ces derniers, la lumière est donc une onde, c'est-à-dire « une vibration en mesure de se propager » (Bordé, ibidem, p. 32). Une onde lumineuse est fondamentalement caractérisée par sa période ou, de manière équivalente, sa fréquence, égale à l'inverse de la période ($\nu = 1/T$). Il est habituel de caractériser une onde par sa longueur d'onde. Mathématiquement, la période T, la distance entre deux crêtes (ou entre deux creux) qu'on appelle la longueur d'onde λ, et la vitesse (ou célérité) c de l'onde, sont liées par la relation $\lambda = cT$. La théorie géométrique n'est plus valable « lorsque la taille du trou est comparable ou inférieure à la longueur d'onde, de la lumière est envoyée dans toutes les directions. La théorie géométrique est dans l'incapacité de rendre-compte de cette observation » (Bordé, ibidem, p. 33).

Bordé (ibidem) explique qu'en 1864, James Cherk Maxwell synthétise la théorie de l'électromagnétique sous la forme de quatre équations fondamentales liant le champ électrique et le champ magnétique. Sa théorie considère que les ondes sont de nature électromagnétique. Elles se propagent à la vitesse de la lumière. Il en conclut que la lumière devait être une onde électromagnétique, ce qui est confirmé expérimentalement par la suite.

[36] Snell est un astronome et mathématicien hollandais et Descartes est un philosophe et physicien français.

Ainsi, ce qui « vibre » ou « ondule » dans le cas de la lumière, c'est le champ électromagnétique. Par ailleurs, il n'y a pas de différence entre le rayons γ, X, UV, la lumière visible, les rayons infrarouges ou encore les ondes radio : il s'agit à chaque fois d'une onde électromagnétique. Seule la fréquence est différente.

Dans la troisième approche corpusculaire, Planck propose de considère que la lumière est un flux de particules appelées : photons. Celles-ci apportent une énergie relative à la longueur d'onde d'un rayonnement et non à son intensité. Autrement dit, chaque photon a une énergie $E = h \nu$ où h est la constante de Planck et ν la fréquence du rayonnement. De son côté Einstein explique l'effet photoélectrique quand le métal absorbe certains photons : l'électron quitte orbitale atomique si l'énergie d'un photon est supérieure à l'énergie liant d'un électron à un atome du métal, en acquérant une énergie cinétique. La théorie quantique a explicité que la lumière agit comme un ensemble de particules ce qui a généré la dualité onde-particule.

Nous avons présenté les trois approches qui rendent compte de la nature de la lumière. Cela est intéressant avant d'aborder le thème du spectre parce qu'il permet de comprendre l'apparition d'un spectre.

3.4.2 Emergence de l'analyse spectrale

Nous présentons dans cette partie les travaux fondamentaux qui ont permis l'émergence de l'analyse spectrale.

Wollaston (chimiste) en 1802 et Fraunhofer (physicien) en 1816 constatent la présence de raies sombres dans le spectre de la lumière du soleil. Ce dernier a découvert plus de 500 raies dans le spectre solaire. En 1860, Gustav Kirchhoff (1824-1887), professeur de physique, et Bunsen (1811-1899), professeur de chimie, établissent l'analyse spectrale qui est une méthode d'analyse qualitative pour identifier des éléments chimiques. Ils rendent compte de leurs travaux dans deux mémoires : le premier mémoire décrit la méthode alors que le second la valide par la découverte de nouveaux éléments chimiques : le césium et le rubidium. Genin (2008) analyse les travaux de Kirchhoff et Bunsen concernant le premier mémoire « Analyse chimique fondée sur les observations du spectre ». Il explique la définition du spectre ainsi que la distinction entre spectre d'émission et d'absorption :

> La lumière blanche du soleil décomposée dans un arc-en-ciel ou dispersée par un prisme forme un spectre continu car toutes les couleurs sont présentes. Un ensemble de rayons séparés selon leur longueur d'onde, est appelé spectre. Le spectre émis par un atome lorsqu'il est chauffé, est discret car il ne contient qu'un nombre restreint de rayons. Il apparaît des raies de lumière sur un fond noir. Inversement, la lumière blanche est partiellement absorbée par des atomes chauffés. L'absorption entraîne la baisse d'intensité lumineuse pour les mêmes longueurs d'onde que celles émises. Après dispersion de la lumière absorbée, il apparaît des raies sombres ou noires sur un fond irisé. Ces propriétés des atomes existent aussi pour des molécules, ainsi que pour d'autres rayonnements comme l'ultraviolet (UV) (Genin, p. 1-2, 2008).

Toujours selon Genin (ibidem), le premier mémoire de Kirchhoff et Bunsen se fonde sur l'existence de raies pour construire une méthode d'analyse qualitative pour la recherche des métaux alcalins et alcalino-terreux (les alcalins : sodium, potassium, lithium et les alcalino-terreux : calcium, strontium et baryum). Il souligne que Kirchhoff et Bunsen présentent sur une planche le spectre solaire et les spectres des six métaux pré-cités auxquels ils ajoutent un septième spectre métallique (celui du césium, alcalin) dans la planche du mémoire traduit en

français. Genin (ibidem) rapporte que Bunsen a conçu une lampe à gaz, peu éclairante mais plus énergétique pour obtenir des raies brillantes.

D'après Genin (ibidem), la première partie du premier mémoire de Bunsen et Kirchhoff décrit le mode opératoire et l'instrument, le spectroscope. Ce dernier permet la dispersion de la lumière et l'observation des spectres, ainsi que le repérage de la position des raies. Il contient deux lunettes, un prisme dispersif et une échelle graduée. Une flamme est placée devant l'une des lunettes et sa lumière est observée par l'expérimentateur à travers l'oculaire de la deuxième lunette. Puis, Kirchhoff et Bunsen présentent leurs premiers travaux qui étudient, selon Genin (ibidem), la nature des sels, des types de flammes et de leur température. La position des raies ne dépend ni de la source d'énergie, ni du type de flamme mais de la composition chimique des sels contenant le métal. Selon Genin (ibidem), l'analyse spectrale, avec l'utilisation des spectres d'émission, est *une nouvelle technique d'analyse chimique qualitative.*

Dans la deuxième partie du premier mémoire, Genin (2008) explique que ces deux savants ont effectivement essayé de déterminer les raies les plus importantes à utiliser parmi celles qui apparaissent dans le spectre ce qui permet de déceler la présence de tel ou tel élément chimique en relation avec ces raies. Par exemple, la raie jaune dans le cas de sodium est bien connue. Kirchhoff et Bunsen continuent l'étude sur le lithium et le potassium. L'application pratique concerne l'analyse des roches, laquelle amène à des résultats nouveaux et importants en géologie. Ils ont également entamé l'étude des alcalino-terreux, le strontium et le calcium, pour lesquels les spectres sont plus complexes. Genin (ibidem) précise que Grandeau (1834-1911), chimiste puis agronome, ajoute une remarque sur l'existence d'une raie qui n'est visible qu'avec un 2ème modèle de spectroscope plus développé que le 1er modèle (deux spectroscopes, Genin, ibidem, p. 4). Il explique que Kirchhoff et Bunsen soulignent la simplicité de la méthode notamment en donnant un exemple d'analyse du strontium. Enfin, Genin (ibidem) indique que Kirchhoff et Bunsen envisagent également la découverte d'éléments inconnus grâce à l'analyse spectrale utilisée pour la découverte d'éléments chimiques. C'est ainsi que Kirchhoff et Bunsen annoncent la découverte du césium ainsi que du rubidium.

Genin (ibidem, p. 8) souligne l'utilité de l'analyse spectrale : « Non seulement l'analyse spectrale possède des qualités supérieures à l'analyse chimique ordinaire, mais en plus elle offre un moyen indispensable pour augmenter les connaissances scientifiques en chimie, en géologie ou en astronomie ». En effet, Kirchhoff et Bunsen indiquent que si une raie d'émission d'un métal se trouve à la même position qu'une raie sombre d'absorption, la présence du métal absorbant est confirmée. Genin (ibidem) explique que ces deux savants « comparent l'analyse spectrale, un des premiers procédés physique d'analyse, avec des méthodes purement chimiques, en montrant la puissance de la spectroscopie pour l'identification et la découverte d'un nouvel élément. Ils réunissent en une seule méthode l'analyse par émission pour les métaux terrestres et celle par absorption pour l'atmosphère solaire ». L'analyse spectrale est applicable aussi bien par les chimistes, par les géologues et par les astronomes.

Genin (2006) distingue l'analyse spectrale en physique et en chimie :

- avec les applications en astronomie, les physiciens étudient les conditions qui permettent d'obtenir le renversement des raies (sombres ou brillantes) ce qui conduit les physiciens à se spécialiser « spectroscopistes » selon le type de spectroscope (IR, UV ou Visible). Angstrom publie en 1868 un atlas des raies du spectre solaire avec leur longueur d'onde, complété dans l'ultraviolet (UV) par Henry Rowland (1848-1901) entre 1887 et 1893. Les recherches sur les spectres sont menées dans le visible mais aussi dans le domaine UV et dans l'infrarouge (IR). Genin (2006) indique qu'il y a eu plusieurs savants qui ont essayé d'interpréter les raies sur un spectre à partir d'équations, comme par exemple pour préciser la longueur d'onde d'une raie mais ils n'ont pas abouti à une théorie explicative ;
- en chimie, l'analyse spectrale permet de découvrir des éléments chimiques comme le césium et le rubidium et d'autres. Elle permet aussi de vérifier expérimentalement l'existence et l'identité d'une majorité des 80 éléments chimiques (terres rares et radioactifs). Les spécialisations en chimie qui en découlent sont : la spectroscopie par émission, la spectroscopie d'absorption (à bandes) dans l'IR, l'UV, et dans le visible.

Avec l'analyse spectrale, se développe entre 1860 et 1900, dans de multiples directions avec des spécialités et des spectroscopes différents, même si le principe de mesure est le même (Genin, 2006).

Nous avons montré la contribution fondamentale de deux savants à l'émergence de l'analyse spectrale parce qu'ils ont démontré de manière expérimentale que cette analyse était une technique utilisable en astronomie et en chimie et dans d'autres disciplines. Mais au XX siècle, cette discipline appelée « analyse spectrale » a disparu au profit des spectroscopies atomiques et moléculaires (Genin, 2006). La spectroscopie atomique a joué un double rôle dans l'émergence et le développement de la mécanique quantique en physique ainsi que dans le développement des instruments en chimie pour l'analyse expérimentale. Genin (ibidem) explique que cette technique a été capitale dans les premières années de la mécanique quantique au point que la théorie quantique était appelée parfois « théorie quantique des spectres ». Il indique que Bohr a réussi à expliquer le spectre d'absorption de l'hydrogène en utilisant les données spectroscopiques et la mécanique quantique.

> Bohr modifie le modèle de l'atome de Rutherford en introduisant la quantification de l'énergie imaginée par Planck en 1900. En 1913, Bohr est initié à la spectroscopie atomique. Il prend connaissance des formules de Rydberg et de Balmer […]. Le modèle atomique de Bohr n'est pas imaginé pour expliquer les spectres mais il les prend comme témoins de sa validité (Genin, 2006, p. 241-242).

Genin (ibidem) explique que pour valider les prédictions du modèle de la théorie quantique, il faut étudier plus profondément les spectres et rechercher tous les niveaux d'énergie des atomes. Ce qui est intéressant pour expliquer l'existence des raies dans un spectre : « *Chaque raie correspond à une transition*. L'objectif est donc d'accroître la quantité de données spectrales et photométriques » (ibidem, p. 242). Cet auteur (ibidem) indique que cet objectif des chercheurs a été attient entre 1900 et 1930 et que les niveaux énergétiques de la majorité des électrons des atomes ont été déterminés.

La participation de la spectroscopie atomique n'a pas seulement été décisive dans la mécanique quantique de manière directe ou indirecte mais aussi en chimie en ce qui concerne le développement des instruments expérimentaux. Genin (2006, p. 243) indique que « les

progrès techniques de la mécanique, de l'optique et de l'électricité permettent la création de détecteurs électriques, d'amplificateurs de lumière, de sources spectrales donnant des raies fines et des brûleurs efficaces. L'instrument se transforme et devient plus performant ». Cela change aussi les conditions de travail. Il nécessite donc des spécialistes pour construire des instruments et les tester ainsi que des spécialistes dans les domaines de la biologie, de la chimie, etc. Le chimiste qui fait une analyse a changé aussi car il doit avoir des connaissances plus fines surtout en physique, liées à l'instrument qu'il utilise : la spectroscopie d'émission atomique est donc une technique qui ne nécessite maintenant plus de longues manipulations. A partir de 1960, le spectromètre d'absorption atomique a été diffusé grâce à une collaboration entre les fabricants, les spectroscopistes, et les industriels. Auparavant, le phénomène d'absorption était connu, expliqué théoriquement et appliqué en colorimétrie ou en spectrométrie UV-visible. Les dosages par absorption ne concernent que les molécules. Pour les éléments, l'émission reste la seule méthode envisageable (Genin, 2006).

3.4.3 Analyse praxéologique du savoir en jeu dans les programmes scolaires

Nous avons fait le choix d'un thème d'enseignement précis, ici le thème de l'univers et plus particulièrement le thème du spectre, du fait de sa place, à l'intersection des deux disciplines : issu de la physique et exploité en chimie par les méthodes spectroscopiques (§ 3.4.2). Cela permet de voir quel point de vue disciplinaire (chimie ou physique) chaque enseignant d'affinité didactique « physique » et d'affinité didactique « chimie » mobilise, conçoit et met en œuvre ses ressources pour aborder le thème du spectre.

Nous présentons dans cette partie le spectre en tant qu'objet de savoir scolaire.

Cela permettra d'avoir des éléments de réponses à la question de recherche Q3 (§ 2.5).

Le spectre : un contenu disciplinaire propice pour étudier l'affinité didactique en relation avec les ressources

Nous présentons dans cette partie l'incidence d'un changement de programmes et ce qu'il peut révéler de l'affinité didactique des acteurs.

L'enseignement du thème du spectre était placé traditionnellement au lycée en classe de seconde sous le thème général de l'Univers, la spectrophotométrie a été introduite à partir de l'année 2011-2012 dans la classe de première S (auparavant dans la classe de terminale S) et l'analyse spectrale (RMN, IR, UV-Visible) est enseignée pour la première fois dans la classe de terminale S à la rentrée 2012-2013.

L'actuelle période de changement de programme constitue, selon nous, un moment propice pour l'étude de l'affinité disciplinaire et didactique. En effet, l'enseignant s'appuie *a priori* sur le programme qui est le texte officiel de référence. Avant le changement de programme de SPC au lycée (BO Seconde 1999, BO Premier S 2000, BO Terminale S 2001), un seul programme, en seconde, comprenait la physique et la chimie. En première S et en terminale, il y avait par contre deux programmes différents pour la physique et pour la chimie. À partir de l'année 2010, il y a un changement de programme de SPC au lycée en seconde, en 1S et en terminale S, avec deux évolutions majeures :

- l'identité des disciplines est fortement réduite, du fait de l'organisation de l'enseignement à partir de thèmes qui font interagir les deux disciplines. Il s'agit d'introduire la science à partir de phénomènes de la vie quotidienne dans le but de motiver les élèves (BO seconde, 2010). Cette évolution implique des changements dans la contextualisation des notions à enseigner et donc dans leur conceptualisation ;
- les démarches d'investigation sont préconisées. Elles sont nouvelles au lycée mais dans la continuité du collège. Cette évolution implique a priori des changements dans le travail documentaire de l'enseignant et l'organisation praxéologique en classe et hors classe.

Nous faisons l'hypothèse que ces deux évolutions majeures conduisent les professeurs à réorganiser leurs *systèmes de ressources* (§ 2.3) et leurs *activités enseignantes* (§ 2.1 & 2.2). Ce nouveau contexte (DI et ET) fournirait ainsi des conditions favorables pour révéler l'impact de affinité didactique (§ 1.2.2).

Détermination de la praxéologie pour le savoir mis en jeu dans les programmes scolaires

Nous présentons dans cette partie la méthode d'analyse des programmes scolaires en nous appuyant sur l'analyse praxéologique (Chevallard, 1998).

Bosch & Gascon (2005) précisent que l'organisation des savoirs à enseigner dans le domaine des mathématiques est un modèle praxéologique provenant du curriculum que traduisent les programmes et les manuels scolaires. L'identification de ces organisations passe par la caractérisation du type de tâches institutionnelles qui est une « re »construction par le chercheur à partir de l'analyse des programmes et des manuels scolaires. Le chercheur peut éventuellement procéder à un autre découpage que celui de l'institution, voire le compléter pour des raisons liées à sa problématique. Il s'agit de construire une organisation des savoirs de référence (Bosch & Gascon, 2005). C'est ce que nous ferons dans le cas de la physique et de la chimie.

Nous utilisons l'analyse praxéologique (§ 2.2) pour analyser le savoir mis en jeu dans les programmes en nous appuyant sur la méthodologie de Matheron (2000), qui analyse une partie du programme de mathématiques (BO, 1989) pour la classe de 3ème. Le programme est organisé en deux colonnes (gauche « les contenus et les limites de programme » et droite « les compétences exigibles ou les connaissances et les savoirs-faire qu'on demande à l'élève d'avoir assimilé »). Sous les « travaux géométriques », il existe une partie, qui concerne le « théorème de Thalès », que les élèves à l'époque rencontrent pour la première fois. Il existe des parties consacrés à « l'explicitation des connaissances, des méthodes, des capacités exigibles des élèves ». Matheron (ibidem) reformule les colonnes de gauche et de droite sous forme de types de tâches, à l'exemple des trois types de tâches suivantes.

Le premier type de tâche « T1 = calculer des longueurs dans des triangles en « situation de Thalès » » correspond à la phrase qui existe dans la colonne de droite « Connaître et utiliser dans une situation donnée le théorème de Thalès relatif au triangle ». Le deuxième type de tâche « T2 = construire un segment de longueur a/b fois la longueur d'un segment donné » correspond à la phrase de la colonne de gauche « Énoncé de Thalès relatif au triangle, application à des problèmes de construction ». Le troisième type de tâche « T3 = déterminer un coefficient d'agrandissement ou de réduction d'aire ou de volume » correspond aux

phrases des colonnes de gauche et de droite « Effet d'un agrandissement ou d'une réduction sur les longueurs. Aires et volumes ». Sous chaque phrase sont indiquées des techniques pour réaliser les types de tâches T1, T2, T3. Matheron (ibidem) précise qu'il existe une praxéologie locale parce qu'il y a ces trois types de tâche avec leurs techniques qui reposent sur le même discours technologique : celui du théorème de Thalès.

De la même manière, nous analyserons les types de tâches des programmes de SPC (1999 et 2010), en seconde concernant le savoir mis en jeu physique-chimie (§ ici le thème du spectre commun entre la physique et la chimie) ainsi que les techniques, les technologies, et les théories correspondantes. Nous serons ainsi mieux armés pour analyser l'impact de l'affinité sur l'activité des enseignants dans leur classe. De plus, nous verrons quels objets apparaissent ou disparaissent (Guyon, 2008) et pourrons analyser les conséquences de ces changements sur les ressources et pratiques de professeurs d'affinités disciplinaires et didactiques différentes. Par ailleurs, nous supposons que cette méthodologie serait applicable en physique et chimie, deux disciplines qui sont expérimentales.

Analyse praxéologique du programme scolaire

Nous présentons ici les modifications dans le nouveau programme (BO seconde, 2010), les différences entre les éléments praxéologiques dans l'ancien et nouveau programme (BO seconde, 1999, 2010) et le choix des types de tâches à suivre dans les activités enseignantes.

Les changements majeurs dans le programme de SPC 2010 (BO seconde, 2010), semblent être d'une part, l'introduction des entrées thématiques (ET), santé, sport, univers, articulant différemment la physique et la chimie et contextualisant fortement leur enseignement, et d'autre part l'introduction des démarches d'investigation (DI), technique didactique, qui est préconisée dans la continuité du collège pour que les élèves puissent « acquérir des compétences qui le rendent capable de mettre en œuvre un raisonnement pour identifier un problème, formuler des hypothèses, les confronter aux constats expérimentaux et exercer son esprit critique » (BO seconde, 2010).

L'enseignement du spectre se trouve dans l'ancien programme (BO seconde, 1999) dans la partie « programme de physique » sous la rubrique « message de la lumière » alors que cet enseignement se situe dans le nouveau (BO seconde, 2010) dans le thème « univers » sous la rubrique « les étoiles ».

Le type de tâches de l'ancien programme « repérer dans un spectre d'émission ou d'absorption une radiation caractéristique d'une entité chimique », demeure dans le nouveau. La technique dans le nouveau programme comme dans l'ancien s'appuie sur deux sous-types de tâches (BO seconde, 1999 et 2010) : le premier sous-type de tâches « utiliser un système dispersif » ; et le deuxième « comparer entre les spectres d'émission ou d'absorption et le spectre de la lumière blanche ».

La technologie qui justifie l'utilisation de « système dispersif » est qu'il permet de disperser la lumière car ce système contient un prisme ou réseau (changement d'indice du milieu). La technologie pour le deuxième sous-type de tâches est dans les deux programmes « un corps chaud émet un rayonnement continu », mais elle est complétée dans le nouveau programme par un lien avec température « savoir qu'un corps chaud émet un rayonnement continu, dont les propriétés dépendent de la température » (BO seconde, 2010) alors qu'elle était complétée

par lien avec température et couleur dans l'ancien programme « savoir qu'un corps chaud émet un rayonnement continu qui s'enrichit vers le violet quand la température augmente » (BO seconde, 1999). En revanche, une partie de la technologie du spectre d'absorption « un atome ou un ion ne peut absorber que les radiations qu'il est capable d'émettre » (BO seconde, 1999), a disparu du nouveau programme de 2010. Enfin, la théorie dans les deux programmes est la même « une entité chimique est ainsi caractérisée par un spectre, qui constitue en quelques sortes la signature de cette entité » (BO seconde, 1999 et 2010).

Dans les deux programmes, les spectres d'émission ou d'absorption sont appliqués à l'astrophysique. Mais dans le nouveau programme, les propriétés sont clarifiées « Interpréter le spectre de la lumière émise par une étoile : température de surface et entités chimiques présentes dans l'atmosphère de l'étoile » (BO seconde, 2010). Par ailleurs, les « bandes d'absorption de solutions colorées » et « étude expérimental de couleurs de flammes » (BO seconde, 1999) n'existent plus dans le nouveau programme alors que la composition chimique du soleil (BO seconde, 2010) est nouvelle dans le nouveau programme.

Nous avons présenté un type de tâches commun entre les deux programmes (BO seconde, 1999, 2010) concernant l'enseignement du spectre en montrant les éléments de la praxéologie : technique et technologies et théorie. Nous avons précisé les objets disparus et les nouveaux objets dans le nouveau programme (BO seconde, 2010). Nous nous concentrons dans notre étude sur les types de tâches suivants qui sont essentiels dans l'étude du spectre (§ 3.4.2) : repérer dans un spectre d'émission ou d'absorption une radiation caractéristique d'une entité chimique, interpréter le spectre de la lumière émise par une étoile. Le premier type de tâches permettra de repérer la différence entre les deux types de spectre : spectre d'émission et spectre d'absorption. Le deuxième type de tâche fait des liens entre les spectres et l'astrophysique et donc de faire des liens avec la vie. A travers ces types de tâches, nous voulons étudier les effets de l'affinité didactique et disciplinaire de l'enseignant sur les techniques didactiques qu'il utilise pour aborder pour ces types de tâches.

3.4.4 Conclusion

Dans notre recherche, nous nous sommes concentrés sur le thème du spectre qui est enseigné en classe de seconde et qui est susceptible d'être un bon révélateur de l'expression de l'affinité didactique. Les enseignants de SPC construisent leurs enseignements à partir des programmes qui ont fortement évolués (BO seconde, 2010), dans deux directions : l'introduction des Entrées Thématiques (ET) (qui nécessite un enseignement conjoint des deux disciplines) et l'introduction des Démarches d'Investigations (DI) (qui engagent une nouvelle façon d'enseigner les deux disciplines), ce qui contraint les professeurs de SPC à réorganiser leurs *ressources* ainsi que leurs *pratiques* pour l'enseignement du thème de spectre. Cette période de changement nous semble propice pour révéler l'expression de l'affinité didactique des enseignants. A travers l'analyse praxéologique du nouveau programme (BO seconde, 2010), nous avons repéré deux types de tâches à suivre : l'un permet de comprendre la différence entre les deux types de spectre et l'autre concerne l'interprétation des spectres des étoiles. L'étude d'une praxéologie locale (§ 2.2.2) ouvre une fenêtre sur la conscience didactique d'un professeur (§ 2.2.3). Nous avons défini l'affinité didactique comme la conjonction de l'intérêt et de la conscience didactique. Passer du local au

global, pour l'analyse de l'affinité didactique, supposera de croiser un ensemble de données : celles qui relèvent de l'enseignement du spectre, mais aussi celles qui relèvent d'un enseignement plus global (systèmes de ressources des professeurs (§ 2.3.2), interactions avec les collègues (§ 2.1.2), etc.).

3.5. Etude du travail documentaire de deux professeurs d'affinités contrastées

Nous avons déjà présenté, dans la partie (§ 3.1), la méthode d'entretien que nous avons menée avec quatre enseignants de SPC en poste. L'analyse de ces entretiens nous a permis d'étudier leur affinité disciplinaire et didactique et de repérer leur évolution. Pour approfondir l'étude du lien entre l'affinité disciplinaire et didactique et le travail documentaire, nous avons choisi de suivre deux enseignants Jean et Philippe dans leur activité réelle d'enseignement. Nous précisons dans cette partie les profils de ces deux enseignants (§ 3.5.1), puis la méthodologie d'investigation réflexive sur laquelle est fondée notre étude de cas (§ 3.5.2), et les adaptations de cette méthodologie dans le cas des suivis de Jean et Philippe (§ 3.5.3 et § 3.5.4) et la conclusion de cette section (§ 3.5.5).

Cette partie permettra d'avoir des éléments de réponses sur les questions de recherche Q1, Q2, Q3, Q4, Q4.1 et Q4.2 (§ 2.5).

3.5.1 Profil des deux enseignants choisis

Nous avons réalisé un entretien avec Jean en 2011-2012 et Philippe en 2013-2014. Nous avons suivi Jean dans son enseignement en 2012-2013. Le suivi de Philipe a été effectué pendant l'année 2013-2014.

Après son baccalauréat scientifique Jean a fait trois ans en classe préparatoire. Ensuite, il a suivi une licence en physique-chimie à l'école normale supérieure de Lyon, puis, il a passé l'agrégation de physique. Enfin, il a fait un DEA (Diplômes d'Etudes Approfondies) en didactique des sciences physiques. Il est enseignant depuis 14 ans au moment du premier entretien en 2011-2012 et il enseigne aux classes suivantes : la classe de seconde et l'option MPS (option méthodes et pratiques scientifiques). Il a déjà enseigné en terminale la spécialité « physique ». Il s'appuie sur ses interactions avec ses collègues en et hors de son établissement pour construire son travail documentaire (§ entretien général).

Philippe s'est orienté vers la chimie dès le baccalauréat car il a d'abord obtenu le baccalauréat F6 (chimie de laboratoire). Ensuite, il a fait DUT (Diplôme Universitaire de Technologie) de chimie et une maîtrise de chimie. Puis, il s'est spécialisé en chimie organique fine en faisant un DEA (Diplôme d'Etude Approfondie) puis un doctorat. Enfin, il a fait post doctorat industriel. Après, dans le domaine industriel professionnel, il a travaillé comme responsable de qualité dans une entreprise, et il était enseignant-remplaçant pendant quelques années dans le secteur privé au collège et au lycée. Il a passé le CAPES externe, et depuis 2006, il est enseignant certifié de physique-chimie au lycée. Il enseigne en 2013-2014 aux classes de seconde, 1er S, et TS (tronc commun). Ses interactions avec ses collègues en et hors de son établissement sont centrales pour son travail documentaire (§ entretien général).

Nous remarquons que ces deux enseignants ont deux parcours scolaire et professionnel différent l'un de formation plutôt « physique » (Jean) et l'autre de formation plutôt « chimie » (Philippe).

3.5.2 Les outils de la méthode d'investigation réflexive

Nous présentons les principes de la méthodologie d'investigation réflexive et les outils méthodologiques qui portent sur ces principes (Gueudet & Trouche, 2010).

Cette méthodologie repose sur quelques principes essentiels :

- Le premier principe est la « *durée longue du suivi* » qui prend en compte le suivi du travail documentaire dans la durée : changement, développement, stabilité dans l'activité, et le développement professionnel. Pour nous, il s'agit d'étudier le développement des ressources, des activités enseignantes, de la praxéologie didactique, des expressions de l'affinité didactique et disciplinaire. Cela demande éventuellement de préciser les éléments qui sont stables ainsi que l'évolution pendant la durée surtout en précisant dans quelle discipline (majeure/mineure) ;
- Le deuxième principe est celui d'un suivi « *en tout lieu* » : hors et en classe. L'adaptation, la révision, la réorganisation s'étudient en dehors de la classe. Cela demande éventuellement au chercheur de réaliser un suivi continu de recueil dans un ensemble de lieux (classe, salle des travaux pratiques) ;
- Le troisième principe est celui du « *suivi réflexif* » du travail documentaire qui permet à l'enseignant de réfléchir sur la manière dont il travaille, produit des ressources, interagit, réorganise des ressources. Comme nous ne pouvons pas toujours avoir accès aux activités de l'enseignant (du fait de ses divers lieux d'exercice du métier et éventuellement en interaction avec plusieurs acteurs), ce suivi suppose que les enseignants collaborent avec le chercheur au recueil de données. Il s'agit donc de solliciter le regard réflexif de l'enseignant lui-même sur ses propres activités parce que l'enseignant est le seul capable d'avoir accès à l'ensemble de ses activités en et hors classe. Pour nous, notre recueil de données et le recueil de données effectués par les enseignants d'affinités didactiques différentes se complètent ;
- Le quatrième principe est le « *recueil étendu* » : il s'agit de suivre les ressources mobilisées par l'enseignant et ce qu'il produit pendant le travail documentaire. Dans le contexte de notre étude, l'enseignant d'une affinité didactique utilise des ressources, des ressources mères structurantes, il conçoit à partir de celles-ci des ressources-filles orientées. Ce sont des ressources qui constituent des données essentielles pour le travail documentaire et sont révélatrices de l'affinité didactique de l'enseignant et de ses pratiques (voir cadre théorique : ressource fille orientée § 2.3.3). Pour cela, nous nous appuyons sur ce principe surtout en ce qui concerne le recueil étendu des ressources mobilisées ou produites. Cela concerne la collecte de toutes les ressources mobilisées (surtout mères structurantes), produites (filles orientées), issues d'un échange avec des collègues ou des élèves (§ 2.3 & 1.2).

Pour mettre en œuvre les quatre principes cités dans le paragraphe précédent, Gueudet et Trouche (2010) ont conçu un dispositif de recueil de données pour une durée de quatre semaines : entretiens, représentations schématiques, observations de classe, journal de bord.

3.5.3 Notre adaptation de la méthodologie d'investigation réflexive

Nous présentons dans cette partie les outils que nous avons développés pour effectuer ce suivi. Ces outils ont été adaptés à notre recherche concernant l'affinité disciplinaire et didactique des enseignants de SPC (§ 1.2) en relation avec leurs ressources et leurs pratiques (2.1 & 2.2 & 2.3) : entretiens, représentations schématiques, journal de bord, observation de classe. Ce sont des outils méthodologiques de nature différente qui permettent de récupérer des données complémentaires.

Entretiens

Nous organisons des entretiens avec les enseignants suivis, au sein de leur établissement (laboratoire de SPC, salle de TP, salle de cours) en demandant à chaque enseignant d'apporter ses ressources mobilisées et produites (anciennes et nouvelles). Nous menons un entretien semi-directif (Vermersch, 1994) sous la forme « comment ? » enseigner un tel contenu par exemple. Cela permet de tirer la partie « praxis » didactique et puis poser des questions « pourquoi et pour quelles raisons » qui permet de repérer la partie « logos ». Nous demandons aux enseignants de dessiner des schémas de différents types.

Nous organisons quatre entretiens avec chaque enseignant suivi en poste : un entretien général (§ 3.1), un entretien avant les séances observées, si possible un entretien à chaud suivant l'observation de classe et un entretien final sous forme d'auto-confrontation. Par ailleurs, nous proposons aussi de faire un entretien court avec le(la) laborantin(e) qui travaille au sein de laboratoire de sciences physiques-chimiques dans le lycée de chaque enseignant suivi. Chacun de ces entretiens est enregistré en audio. Dans la suite, nous présentons chacun de ces entretiens sauf l'entretien général qui est déjà décrit dans la partie (§ 3.1) :

Entretien précédent l'observation de classe

Cet entretien porte sur la préparation de l'ensemble de séances pour le thème du spectre en seconde. Cet entretien prend la forme de *« l'instruction au sosie »* (Oddone *et al.*, 1981) : dans notre cas, il s'agit d'inciter à une description adressée à un pair, avec une utilité concrète, et une nécessaire précision. La question posée est la suivante dans notre étude : *« Dans le cadre d'un échange scolaire, vous partez à l'étranger un an, un sosie vous remplace. Vous devez lui expliquer comment sont rangées, organisées, structurées, toutes les ressources (fichiers papiers, numériques) que vous avez constituées pour développer les différentes activités liées à votre enseignement du spectre ».* Cet entretien nous permet d'avoir des déclarations sur les ressources mères, les ressources mères structurantes, les procédures de construction des ressources filles orientées, les interactions avec les collègues en et hors de l'établissement concernant ces ressources mères et filles orientées. Il permet aussi de repérer l'organisation didactique mise en œuvre par l'enseignant concernant ses ressources et ses pratiques à travers les changements des programmes surtout en ce qui concerne les DI et les ET.

Entretien à chaud suivant l'observation de classe

Nous réalisons cet entretien quand l'enseignant a du temps après la séance. Il est directement réalisé après l'observation de classe (le chercheur note évidement quelques questions concernant les ressources et les pratiques mises en œuvre ce qui lui permet de guider cet entretien et questionner l'enseignant sur quelques remarques concernant ses pratiques et ses ressources et ses interactions avec ses élèves).

Entretien final sous la forme d'auto-confrontation

Il permet de faire un retour sur des extraits des séances observées et plus particulièrement sur les ressources de l'enseignant, ses pratiques et ses interactions dans la classe (Hammoud, 2012). Nous avons conduit cet entretien, lorsque cela était possible, sous forme d'un *entretien d'auto-confrontation* (Theureau, 2000).

Cet entretien nous permet de croiser nos inférences quant aux praxéologies didactiques identifiées à travers l'analyse de l'observation de classe, avec ce que dit l'enseignant quand il commente les extraits vidéo de la séance (§ voir cadres théoriques). En effet, nous avons sélectionné quelques extraits, à partir desquels des tâches et techniques ont été inférées, pour les discuter ensuite avec l'enseignant lors de l'entretien. Nous avons fait le choix de communiquer la vidéo de la séance observée à l'enseignant avant de mener avec lui l'entretien d'auto-confrontation. Ce choix est lié au fait que l'enseignant sera amené, suivant une démarche réflexive, à analyser lui-même sa pratique et la justifier. Au cours de l'entretien, nous discutons avec l'enseignant les extraits vidéo que nous avons sélectionnés, mais aussi ceux que l'enseignant a choisi de commenter en se voyant avant l'entretien et nous croisons de ce fait nos extraits. Par conséquent, le regard du chercheur et celui de l'enseignant se complètent et s'alimentent mutuellement.

De plus, nous avons demandé à l'enseignant de dessiner un schéma (§ voir représentations schématiques) représentant son système praxéologique didactique en lien avec les ressources mises en œuvre (tâches, techniques, technologies, théories) qui guide ses actions et interactions avec ses élèves.

Ainsi cet entretien permet de repérer s'il a une praxéologie didactique plus ou moins complète selon la discipline (§ 2.2.4). L'enseignant est donc amené à effectuer un retour réflexif sur sa propre activité. Nous considérons ainsi que la réflexion du professeur sur sa pratique est à même d'éclairer la structure de son activité, mais aussi, qu'elle permet au cours de l'entretien d'auto-confrontation d'éclairer ses praxéologies didactiques qui justifient ses choix et son action.

Entretiens avec les laborantin(e)s

Pour avoir des opinons des acteurs au sein de l'établissement des enseignants suivis en poste, nous avons décidé de faire des courts entretiens avec les laborantins (§ 1.1.3). A l'inverse des mathématiques, il existe en physique chimie, un laboratoire dans lequel des laborantin(e)s préparent des solutions chimiques ou du matériel expérimental pour les enseignants de SPC. Les laborantin(e)s sont des personnes cruciales pour les ressources de l'enseignant et peuvent nous renseigner sur l'impact de l'affinité de l'enseignant dans son travail collaboratif et personnel (§ 1.1.3 & 2.1.2).

Les questions portent sur l'expression de la préférence disciplinaire et didactique pour chaque enseignant suivi. Le (la) laborantin(e) donne son opinion sur la préférence disciplinaire et didactique de l'enseignant au sein de son établissement tout en justifiant leur avis « *D'après vous, est-ce que Jean préfère l'enseignement de la physique ou l'enseignement de la chimie ? Pourquoi ?* ». Cela nous permet de compléter nos données en ce qui concerne l'affinité disciplinaire et didactique de chaque enseignant suivi. Pour entrer dans le détail de ces interactions professionnelles et révéler l'affinité didactique et disciplinaire, nous avons ensuite posé une question sur les matériels les plus utilisés par l'enseignant que ce soit dans l'enseignement de la physique ou l'enseignement de la chimie.

A noter que l'analyse de ces entretiens se trouve dans les parties (§ 5.1.1 & 5.2.1).

Représentations schématiques

Nous présentons dans cette partie l'utilité de dessiner une représentation schématique et les différents types de celle-ci que nous avons développés. Gueudet et Trouche (2010) ont proposé cet outil pour présenter le système des ressources de l'enseignant sur une Représentation Schématique du Système de Ressource (RSSR). Hammoud (2012) avait déjà prolongé cet outil en demandant aux enseignants de présenter leur Travail Collectif sur une représentation schématique. Cet outil nous semble essentiel : Caraës et Marchand-Zanartu (2011, p. 11) considèrent la présentation des schémas dessinés par des scientifiques et des intellectuels de différents domaines comme des *images de pensée* : « La figure ne devient image de pensée qu'à condition d'être dans des exigences de relations où les signes fonctionnent entre eux. Les liens sont parfois directs, parfois ténus : au fond, il n'a rien de plus souple ni de plus malléable que la relation qui ne se dévoile jamais totalement, procédant par indices ». Ces schémas permettent de découvrir ce qu'on ne connait pas : « les images de pensée baignent toutes à l'origine dans la pénombre, le silence, le secret, le parler pour soi » (Caraës et Marchand-Zanartu, 2011, p. 11-12).

Sur un plan méthodologique, nous formulons donc la question et nous répondons aux interrogations des enseignants. Nous n'intervenons pas lorsque l'enseignant dessine sauf pour répondre à ses interrogations. Les traces de ces interrogations et de nos réponses ainsi que les commentaires de l'enseignant sur le schéma dessiné sont enregistrées en audio.

Dessiner une représentation schématique demande à l'enseignant interrogé une réflexion profonde sur les ressources, les pratiques, les activités et leur organisation et leurs articulations. Il sera ensuite sollicité pour prendre en compte les visions de l'acteur qui permettent d'éclairer les schémas qu'il réalise. Nous pouvons alors dire que les représentations schématiques sont des indices importants de l'organisation didactique des activités, la structure des ressources, l'articulation entre activités et ressources. En les croisant avec les autres données recueillies, nous inférons de ces représentations schématiques des interactions entre le système de ressources et le système d'activité, les orientations de l'affinité didactique et disciplinaire. Nous demandons ainsi aux enseignants de dessiner différents types de représentations schématiques et l'enseignant reprend les schémas pour donner des commentaires explicatifs ou complémentaires :

Représentation Schématique du Système de Ressources (RSSR)

Cette représentation schématique, introduite par Gueudet et Trouche (2010), est demandée aux enseignants suivis individuellement. Nous demandons aux enseignants de dessiner cette représentation sur un papier A4. Nous posons les questions suivantes :

« *Pouvez-vous nous faire deux schémas qui montrent comment sont organisées les ressources que vous utilisez pour organiser votre enseignement en physique et celui en chimie :*

-Notez avec des couleurs, ou une autre façon que vous trouvez commode, les ressources que vous utilisez en particulier pour enseigner le spectre en seconde, les ressources qui sont plus particulièrement utilisées en physique et en chimie;

-Mettre en relation également dans ces schémas les ressources et les activités qu'elles soutiennent ;

-Distinguez sur ces schémas les ressources qui ont été utilisées jusqu'au mois de juin de l'année précédente (ici 2010) et les nouvelles ressources intégrées cette année et l'année dernière ».

Pour les enseignants suivis sur plusieurs années, nous demandons à l'enseignant d'une année (n) à l'autre (n+1) de préciser les changements possibles de son système de ressources sur un feuille calque.

Représentation Schématique des Interactions de l'enseignant avec les Collègues (RSIC)

Nous n'avons pas suivi le travail collectif des enseignants comme dans d'autres travaux visant le travail documentaire collectif (Hammoud, 2012) car cela demande un suivi long pour les enseignants. Dans le cadre de cette thèse, nous avons fait le choix de repérer les effets de l'affinité disciplinaire et didactique sur les interactions de l'enseignant avec ses collègues. En effet, nous avons demandé aux enseignants de montrer leur interaction avec les autres collègues en et hors leurs établissements (§ 2.1.1 & 2.1.2). Nous chercherons par exemple à savoir si un enseignant d'affinité didactique « physique » qui a des ressources manquantes (§ 2.3.4) en chimie va demander des ressources à ses collègues de formation plutôt « chimie ».

La consigne est alors la suivante :

« Pouvez-vous nous faire un schéma qui décrit votre travail collectif avec vos collègues de SPC de votre établissement et éventuellement les collègues avec qui vous collaborez hors de votre établissement ». Nous demandons ensuite à l'enseignant de préciser :

- ses relations et interactions avec les collègues de SPC (en précisant leurs préférences pour l'enseignement de la physique ou l'enseignement de la chimie), les structures collectives qui nourrissent son travail d'enseignement, et les ressources produites collectivement (en physique et/ou en chimie/en thèmes) ;

- l'aide et l'apport de ces formes collectives pour son propre travail pour l'enseignement de la physique vs. de la chimie, ainsi que les thèmes ;

- ses apports dans un collectif pour l'enseignement de la physique ou de la chimie, et les thèmes ;

- la place des entrées thématiques et la démarche d'investigation dans son travail collectif ;

- son travail collectif et ses interactions avec ses collègues pour la préparation des séances portant sur le spectre pour la classe de seconde en montrant les personnes ou les groupes qui ont des préférences pour l'enseignement de la physique et/ou de la chimie et avec lesquelles il a échangé ainsi que les ressources qui découlent de ce travail collectif.

Ce schéma nous permet de détecter les effets mutuels de l'affinité disciplinaire et didactique de l'enseignant et de ses interactions avec ses collègues.

Représentation Schématique sur les relations entre la physique et la chimie ; et la relation entre l'enseignement de ces deux disciplines

Nous avons développé cet outil pour repérer des éléments de la conscience disciplinaire et didactique chez les enseignants afin de compléter leur affinité disciplinaire et didactique.

La consigne était la suivante « *A votre avis, quelles relations y a-t-il entre la physique et la chimie ?* ». Ensuite, nous avons demandé de préciser les points communs et différences entre l'enseignement de ces deux disciplines. Puis, nous avons demandé de dessiner un schéma qui représente ces relations.

Représentation Schématique de la Praxéologie Didactique (RSPD)

Nous interrogeons le travail documentaire d'un enseignant pour savoir s'il modifie les ressources pour les intégrer dans son système de ressources ou s'il les utilise directement. Pour adapter les ressources, il faut avoir la capacité de le faire : des connaissances et une conscience disciplinaire développée. Ainsi, nous voulons vérifier que l'affinité se traduit aussi par la capacité à modifier ou construire et à mettre en œuvre des ressources.

Nous demandons à l'enseignant de dessiner un schéma qui représente la praxéologie didactique de ses activités en posant la question suivante :

« *Pouvez-vous nous faire un schéma qui montre à votre sosie les tâches, les manières d'accomplir ces tâches et vos justifications d'utilisation celles-ci pour l'enseignement de la physique et pour l'enseignement de la chimie, et plus particulièrement pour l'enseignement des séances prévues et à quelles ressources vous avez recours* ». Nous avons ensuite demandé à l'enseignant de préciser sur le schéma :

- les six tâches les plus importantes pour l'enseignement de la physique et pour l'enseignement de la chimie, les ressources ;

- de classer ensuite les différents tâches, de les classer par ordre d'importance et justifier les raisons de ce classement pour l'enseignement de la physique, et de la chimie ;

- de noter les tâches, la manière d'accomplir ces tâches et les justifications, les ressources qu'il mobilise pour mettre en place les séances sur le spectre.

Ce schéma nous permet de repérer s'il y a des éléments de praxéologie différents dans l'enseignement de la physique et l'enseignement de la chimie. Cela permet d'avoir des explications, *logos*, sur une *praxis* (§ 2.2.2). Nous avons ainsi développé un outil méthodologique concernant la représentation de la praxéologie didactique.

Journal de Bord (JB)

Le journal de bord, outil essentiel de la méthodologie d'investigation réflexive, est destiné aux enseignants suivis individuellement. Le journal de bord décrit ce que l'enseignant est en train de faire.

Nous avons donc adapté et conçu le JB (annexe 3) pour qu'il corresponde à nos besoins d'avoir des suivis de l'activité des enseignants en et hors classe. L'objectif de ce journal de bord est de suivre le travail documentaire de l'enseignant concernant la préparation de l'enseignement d'un contenu précis, le travail effectué : dans son établissement avec ou sans les élèves ; dans le laboratoire de SPC ; à son domicile ; avec d'autres collègues enseignant la même discipline, ou en interactions avec cette discipline ; en formation continue. Ce travail peut prendre des formes multiples : discussion avec des collègues, travail dans un groupe, recherche sur internet, corrections de copies…tout en précisant le domaine de cette activité dans l'enseignement de la physique ou dans l'enseignement de la chimie ainsi que l'activité menée (DI, ET, TP, TD). Le journal de bord permet de lier ces différents aspects du travail et ses interactions avec des ressources différentes.

Le journal de bord est renseigné par l'enseignant avant de commencer la préparation des séances à observer concernant le thème du spectre en seconde. Pendant cette durée, l'enseignant mobilise des ressources mères structurantes et conçoit des ressources filles orientées avec ses mises en œuvre.

Pour le choix et le découpage des activités, nous avons laissé leur renseignement à la charge de l'enseignant à qui nous avons simplement indiqué de noter ce qui lui semble significatif. Nous avons incité l'enseignant à distinguer la physique de la chimie. Nous soulignons que le journal de bord concerne l'activité de l'enseignant en lien avec une classe de seconde précise ainsi que pour un enseignement donné. Nous avons, en effet, choisi de limiter le suivi à l'activité relative à l'une des classes de seconde encadrées par l'enseignant pour que le temps consacré à remplir le journal de bord reste raisonnable.

Pour que l'enseignant s'approprie le fonctionnement du journal de bord, nous avons expliqué la façon de remplir ce journal de bord par un texte que nous avons envoyé à l'enseignant avant de préparer ses séances. Nous avons demandé à l'enseignant de s'entrainer et de nous contacter en cas de questions.

Ainsi, nous observerons dans le journal de bord des éléments se rapportant à la séance qui sera observée en classe, au système de ressources de l'enseignant, et aux interactions avec les collègues. De plus, ce journal de bord nous permettra de repérer des éléments relatifs aux systèmes d'activité de l'enseignant, de ressources filles orientées, et de ressources mères structurantes, des interactions avec les collègues.

Observations de classe

L'observation de classe est un outil de la méthodologie d'investigation réflexive pour suivre les pratiques des enseignants en classe, la mobilisation des ressources, la mise en œuvre d'une ressource fille orientée et les interactions entre enseignant et élèves. Nous ne sommes pas intervenus ni dans la préparation de séances ni dans ses déroulements. Elles sont donc considérées comme des séances *ordinaires*.

En effet, il est nécessaire pour nous de réaliser des enregistrements vidéo des séances de classe pour pouvoir identifier les actions de l'enseignant, la façon dont le travail est divisé en classe, les ressources mobilisées et inférer les praxéologies didactiques mises en jeu. Notre méthodologie fondée sur la *réflexivité* fait de la vidéo un outil particulièrement pertinent dans notre étude car elle permet aux enseignants par l'auto-confrontation d'effectuer un retour sur leur propre activité en classe.

Les observations que nous avons faites portent sur l'enseignement du « spectre ». Le dispositif de recueil de données est construit de façon à ne pas perturber le déroulement des séances. Avant de filmer les séances, nous avons envoyé un email aux enseignants en expliquant le dispositif de recueil de données et réalisé des entretiens pour expliquer le dispositif de recueil de données.

Comme, il s'agit de recueil de données vidéo, nous avons donc organisé avec l'enseignant une visite des lieux où nous voulons filmer les séances pour prévoir la place adéquate pour la caméra. Deux critères sont pris en compte :

- un lieu qui permet d'enregistrer les actions de l'enseignant car nous nous concentrons sur son système d'activités en relation avec ses ressources et de repérer les interactions de l'enseignant dans la classe ;
- un lieu qui perturbe au minimum l'enseignant et les élèves.

Pour cela, nous avons mis la caméra vidéo sur un pied au fond de la classe (salle de TP ou salle de cours). La caméra permet de suivre l'enseignant dans ses déplacements : être au tableau, mobiliser des ressources, s'adresser aux élèves, discuter avec un groupe d'élèves. L'enseignant était équipé d'un micro-cravate pour enregistrer aussi ses interactions possibles avec ses élèves.

Ainsi, il s'agit à travers l'observation de classe et l'auto-confrontation d'analyser des actions de l'enseignant en terme de praxéologie didactique : tâches, techniques, technologie, théorie ainsi que de découvrir les orientations générées par l'affinité disciplinaire et didactique des enseignants.

Nous avons présenté l'outil de l'observation de classe.

Dans la suite, nous présentons les outils méthodologiques pour le suivi de deux enseignants.

3.5.4 Une application différenciée de ces outils pour les deux enseignants suivis

Nous présentons dans cette partie notre contact avec les enseignants suivis et la raison des différences d'outils méthodologiques utilisés dans chaque cas. Nous avons expliqué à ces deux enseignants notre dispositif de travail et notre thème d'étude. Nous leur avons indiqué que nous souhaitions avoir un accès à leurs ressources pendant la durée de suivi. Nous avons suivi Jean pendant les séances particulières pour l'enseignement du spectre en astrophysique. C'est un thème que Jean aborde la première fois. Et, nous avons effectué le suivi avec Philippe concernant les séances de l'enseignement du spectre en seconde. Il existe des différences dans les outils appliqués dans chaque cas. Nous avons suivi Jean sur deux années : l'entretien général en 2011-2012 et le suivi de son travail documentaire en 2012-2013. Cet enseignant avait du temps pour effectuer ce suivi. En revanche, le suivi de Philippe était sur

une seule année 2013-2014. Cet enseignant n'avait pas beaucoup de temps à nous consacrer ce qui explique son refus de faire des entretiens à chaud et de dessiner quelques schémas.

3.5.5 Conclusion

Nous avons présenté dans cette partie *la méthodologie d'investigation réflexive*. Nous avons développé des outils pour répondre à notre problématique, à nos cadres théoriques et questions de recherches : affinité disciplinaire et didactique dans le cas des enseignants de physique-chimie de l'enseignement secondaire. Nous considérons que le suivi de l'enseignant est une tâche *compliquée* qui suppose de prendre en compte plusieurs éléments : un suivi dans la durée où il y a certaines régularités et évolutions ; un suivi est en et hors classe ; un suivi s'effectue à travers les ressources et les activités. Nous considérons que l'enseignant est un *acteur* dans le recueil de données (Journal de bord et Représentations Schématiques) quand nous voulons avoir un accès à son *travail documentaire* ainsi que dans le regard *réflexif* sur ses propres activités. Nous avons développé deux types de *représentations schématiques, représentation schématique concernant les relations entre les disciplines et leur enseignement* ainsi que celle pour *la praxéologie didactique*. Nous avons développé des entretiens courts avec les laborantines qui travaillent au sein de laboratoire de sciences physiques-chimiques dans l'établissement des enseignants suivis pour avoir des éléments sur leur point de vue de la préférence didactique de l'enseignant ainsi que sur des ressources que les enseignants leur demandent.

Dans le tableau 4, nous présentons les outils méthodologiques exploités pour le suivi de Jean (PADP) et Philippe (PADC).

Outil méthodologique	**Jean (PADP)**	**Philippe (PADC)**
Entretiens	4 types d'entretien (général, précédant l'observation de classe, à chaud, auto-confrontation)	3 types d'entretien (général, précédant l'observation de classe, auto-confrontation)
Représentations schématiques	RSSR (n), RSSR(n+1), RSIC, RSPD, représentation schématique des relations entre l'enseignement de la physique et celui de la chimie	RSSR, RSIC, RSPD, représentation schématique des relations entre l'enseignement de la physique et celui de la chimie (non dessinée car les questions de la conscience disciplinaire et didactique ont été bien posée)
Journal de bord	Oui (renseigné par l'enseignant)	Non
Observations de classes	Séquence de six séances de cours observée portant sur le spectro-astrophysique en seconde (deux séances (classe entière) et quatre séances (classe en demi-groupe))	Séquence de quatre séances de cours et de TP en même temps portant sur le thème du spectre en seconde (les quatre séances sont en demi-groupe)

Tableau 4. Outils exploités dans chaque étude de cas

Dans ce qui suit, nous présentons la méthodologie d'analyse que nous avons développée afin d'analyser les données issues des différents outils méthodologiques que nous avons exposés.

3.6. Méthodologie d'analyse des données

Il s'agit dans cette partie de présenter la méthodologie relative à l'analyse des données recueillies. Nous présentons d'abord la méthodologie d'analyse des réponses des étudiants en master se destinant à l'enseignement au questionnaire qui concerne l'existence de l'affinité disciplinaire (§ 3.6.1). Nous continuerons notre présentation par la méthodologie d'analyse des réponses des enseignants en poste au questionnaire qui concerne l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique (§ 3.6.2). Nous abordons ensuite l'analyse des données qualitatives (entretiens, représentations schématiques, journal de bord, observations de classe) (§ 3.6.3). Nous exposons enfin la conclusion de cette partie (§ 3.6.4).

3.6.1 Méthodologie d'analyse du questionnaire A

Nous exposons dans cette partie le codage des données brutes provenant des réponses des étudiants en master se destinant à l'enseignement sur le questionnaire A (§ 3.2.1). Ce codage et traitement sont en relation avec notre cadrage théorique et nos questions de recherche.

Nous avons établi une grille afin de coder les réponses des étudiants. Nous présentons d'abord le codage des formations scolaires, puis le codage de l'intérêt disciplinaire, ensuite le codage de l'intérêt relatif et la conscience disciplinaire, le codage de l'intérêt pour les sous-disciplines, enfin le codage de l'effet éventuel de l'intérêt relatif sur l'enseignement de la physique et de la chimie ainsi que le codage des ressources reçues pendant l'apprentissage qui peuvent influencer l'intérêt relatif physique ou chimie.

Formation scolaire et universitaire

Pour la première et la deuxième question de l'enquête A qui concernent les formations suivies pendant les études scolaires et supérieures, nous avons distingué le type de formation et l'année de l'obtention du diplôme. Ces informations une fois codée, nous permettront d'étudier la répartition de la formation de ces étudiants et d'étudier le lien entre l'affinité disciplinaire et le choix d'une telle formation.

Intérêt disciplinaire

Pour la troisième question de l'enquête A qui concerne l'intérêt disciplinaire (mathématiques, chimie, géologie, biologie, physique) aux trois niveaux d'enseignement (collège, lycée, université), l'intérêt de chaque étudiant à chaque niveau d'enseignement (collège, lycée, université) est codé de 1 à 5. Cela nous permet de préciser le moment de construction de l'intérêt disciplinaire et d'étudier l'évolution de l'intérêt disciplinaire pour chaque individu ainsi que pour le groupe entier.

L'étude comparée de deux intérêts disciplinaires nous permet de savoir si il existe des corrélations entre l'intérêt pour la physique ou la chimie, pour la discipline majeure ou mineure, et l'intérêt pour d'autres disciplines (mathématiques, biologie, géologie).

Pour comprendre les raisons de l'évolution de l'intérêt « physique » et « chimie », nous avons élaboré des catégories de réponses des étudiants. Certaines catégories (objets d'études de la

discipline, enseignement reçu, rapport aux sous-disciplines, relation avec les mathématiques, lien avec d'autres disciplines, expérimentation et travaux pratiques, histoire des sciences) ont été orientées par l'introduction, les cadres théoriques (§ 2.1) et le concept de conscience disciplinaire (§ 1.1.3). Le tableau 5 présente les catégories que nous avons élaborées à partir des réponses des étudiants pour expliquer la genèse ou l'évolution de leur intérêt pour la chimie et leur intérêt pour la physique. D'autres catégories sont identifiées a posteriori : adhésion à la discipline, compréhension de la discipline. Ce codage permettrait de trouver le nombre de déclaration pour chaque catégorie.

Catégories de l'origine de l'intérêt/désintérêt pour la chimie	**Catégories de l'origine de l'intérêt/désintérêt pour la physique**
Adhésion à la chimie	Adhésion à la physique
Enseignement reçu en chimie	Enseignement reçu en physique
Rapport aux sous-disciplines de la chimie	Rapport aux sous-disciplines de la physique
Compréhension en chimie	Compréhension en physique
Objet de l'étude en chimie	Objet de l'étude en physique
Liens entre chimie et vie quotidienne	Liens entre physique et vie quotidienne
Expérimentation et travaux pratiques	Expérimentation et travaux pratiques
Relations entre chimie et mathématiques	Relations entre physique et mathématiques
Histoire des sciences	Histoire des sciences

Tableau 5. Regroupement des réponses sur l'origine de l'intérêt et le désintérêt pour la physique, la chimie

Ces réponses permettront de détecter les raisons de l'évolution de leur intérêt. A partir des raisons décrites par les étudiants, nous avons remarqué qu'il existe pour la même raison deux avis : un positif et un négatif. Si par exemple, la réponse de l'étudiant a une valeur négative pour la chimie organique (par exemple : « je ne comprends pas la chimie organique, c'est trop par cœur »), nous mettons dans la case correspondante le chiffre (-1) pour la coder et la réponse littérale dans la case suivante. Parfois, certains étudiants font état de plusieurs raisons, dans ce cas, nous dégroupons la réponse totale selon chacune des raisons et nous les codons l'un après l'autre.

Intérêt relatif disciplinaire (physique/chimie)

Pour la quatrième question de l'enquête qui est spécifique à l'intérêt relatif pour la physique et la chimie ou à une égalité dans l'intérêt relatif entre la physique et la chimie, nous avons codé les valeurs de l'intérêt par un nombre (1 = un peu plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 2 = plutôt plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 3 = plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 4 = beaucoup plus d'intérêt pour la chimie que la physique, 5 = intérêt extrêmement fort pour la chimie par rapport à la physique). Nous distinguons les étudiants selon leur intérêt relatif (P pour l'intérêt relatif pour la Physique et C pour l'intérêt relatif pour la chimie et Z pour zéro), et selon le degré d'intérêt : (Pour les chiffres de 1 à 5, nous écrivons les lettres (A = 5, B = 4, C = 3, D = 2, E = 1)). Ce codage permet de repérer rapidement le profil d'un étudiant : si un étudiant entoure par exemple le 5 dans l'intérêt

relatif pour la chimie, nous écrivons CA (C = intérêt relatif pour la chimie, A = 5 intérêt extrêmement fort pour la chimie par rapport à la physique). Les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 n'ont pas été conservés pour ne pas être confondus avec le numéro permettant d'identifier l'étudiant.

Conscience disciplinaire physique et chimie

Nous présentons ici la façon de repérer la conscience disciplinaire à partir des réponses codées.

Nous avons cherché des éléments correspondant à l'expression de la conscience disciplinaire pour la physique et pour la chimie dans les réponses des étudiants concernant l'explication de l'intérêt pour la chimie et pour la physique (Q3 du questionnaire A) et l'explication de l'intérêt relatif (Q4-1 du questionnaire A). Dans notre recherche, nous regroupons ces réponses dans des catégories à partir des formes d'expression de la conscience disciplinaire que nous avons déjà citées dans la partie (§ 1.1.3). Le tableau 6 présente ces formes d'expression de conscience disciplinaire.

Formes de la conscience pour la chimie	**Formes de la conscience pour la physique**
Structure de la chimie	Structure de la physique
Représentation de l'épistémologie de la chimie	Représentation de l'épistémologie de la physique
Objets de l'étude de la chimie	Objets de l'étude de la physique
Relations de la chimie avec les disciplines voisines	Relations de la physique avec les disciplines voisines
L'utilité de la chimie dans la vie quotidienne	L'utilité de la physique dans la vie quotidienne

Tableau 6. Formes d'expressions de la conscience disciplinaire

Pour chaque forme d'expression de la conscience disciplinaire, nous distinguons la forme de l'expression (tableau 6) et sa valeur :

- nous codons (1) quand la forme correspond à une forme de forte conscience ;
- nous codons (-1) quand la forme correspond à une forme de faible conscience.

L'attribution de cette valeur est effectuée par le chercheur sur la base de ses propres connaissances épistémologiques et didactiques et sur l'interprétation qu'il fait des réponses des étudiants. Ces deux étapes nous permettent de savoir si les étudiants déclarant un intérêt relatif pour une discipline ont une conscience plus développée pour cette discipline que pour l'autre.

Maîtrise disciplinaire et Intérêt pour les sous-disciplines de la physique et de la chimie

Nous exposons dans cette section le codage de la maîtrise disciplinaire ainsi que celui de l'intérêt pour les sous-disciplines de la physique et de la chimie et les raisons de ces intérêts.

Pour la question qui concerne la maîtrise disciplinaire en physique, en chimie à bac+3, bac+2, bac+1 et autres niveaux, nous avons utilisé un codage de 1 à 5 (1 = maîtrise un peu plus la chimie que la physique, 2 = maîtrise plutôt plus la chimie que la physique, 3 = maîtrise plus la chimie que la physique, 4 = maîtrise beaucoup plus forte de la chimie par rapport à la

physique, 5 = maîtrise extrêmement forte de la chimie par rapport à la physique). Idem du côté de la physique, en remplaçant « chimie » par « physique » et inversement. Le zéro (0) signifie que l'étudiant maîtrise autant la chimie que la physique. Ce codage permet de chercher s'il existe un lien entre maîtrise et affinité sur l'ensemble de la population étudiée.

Nous avons ensuite codé l'intérêt pour chaque sous-discipline de la physique ou de la chimie de la même façon. Nous considérons qu'il existe un vif intérêt pour une sous-discipline si l'étudiant choisit un intérêt fort ou très fort pour celle-ci (4 ou 5). En revanche, nous ne considérons pas l'étudiant si il choisit un intérêt inférieur à fort (1, 2, 3). Ce regroupement permet de trouver l'effectif d'un vif intérêt pour les sous-disciplines de la chimie et les sous-disciplines de la physique et de trouver la relation entre l'affinité disciplinaire et les affinités pour les sous-disciplines.

Effets éventuels de l'intérêt relatif physique ou chimie sur l'enseignement

Pour la question spécifique aux effets éventuels de l'intérêt relatif sur l'enseignement de la physique et de la chimie, nous codons par « oui » et/ou « non » la réponse de l'étudiant afin de faire une étude quantitative sur cette question.

Nous avons regroupé les réponses des étudiants qui expliquent l'effet de l'affinité sur l'enseignement de la discipline majeure et mineure. Ce sont des catégories précisées à posteriori (tableau 7) et qui sont en relation avec la partie (§ 2.1.2).

Catégories de l'effet de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement de la discipline majeure
Avoir un sentiment de confort et d'assurance dans l'enseignement de la discipline majeure que dans celui de la discipline mineure
Approfondir l'enseignement de discipline majeure
Consacrer beaucoup de temps à l'enseignement de la discipline majeure
Préférer des parties dans la discipline majeure
Catégories de l'effet de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement de la discipline mineure
Allonger la préparation du cours en discipline mineure
Se former en préparant un cours
Rester au niveau du phénomène
Avoir des effets sur l'enseignement de quelques notions
Avoir des effets sur l'enseignement de sous-disciplines
Avoir des effets sur les travaux pratiques dans la discipline mineure (moins de TP)

Tableau 7. Catégories de l'effet de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement de la discipline mineure et majeure

Cela permet de comprendre en quoi l'affinité a des effets sur l'enseignement de SPC et de repérer les catégories les plus citées par les étudiants.

Les ressources fondant l'intérêt pour une discipline

Nous avons également établi des catégories pour coder les ressources qui peuvent fonder l'intérêt relatif pour la physique et/ou l'intérêt relatif pour la chimie. Cela nous permet de préciser la catégorie la plus marquante. Le tableau 8 présente les catégories que nous cherchons à repérer dans les ressources des étudiants. Il s'agit des ressources d'enseignement, des ressources de vulgarisation scientifique, des ouvrages scientifiques, des ressources socio-culturelles (§ 2.3.1).

Catégories	**Sous-catégories**
Ressources d'enseignement	Ressources en tant qu'élève ou étudiant
	Ressources pour le concours (classe préparatoire, CAPES, thèse,…)
	Ressource en tant que professeur (manuels, programmes).
Ressource de vulgarisation scientifique	Site : comme Wikipédia
	Journal (comme « science et vie »)
	TV (film, émission, etc.)
Ouvrage scientifique	Physique ou chimie
Socio-culturelle	Discussion familiale
	Expérience personnelle

Tableau 8. Catégories des ressources qui peuvent fonder l'intérêt relatif pour la physique et/ou pour la chimie

Nous séparons les ressources qui peuvent fonder l'intérêt relatif pour la physique, de celles qui peuvent fonder l'intérêt relatif pour la chimie de ressources et de celles qui peuvent fonder l'intérêt pour la physique et la chimie. Cela nous permet de savoir quelle catégorie de ressource peut jouer un rôle sur l'affinité disciplinaire.

Ainsi, nous avons présenté dans cette partie le codage et le traitement des réponses des étudiants en master se destinant l'enseignement sur le questionnaire A. Dans la suite, nous présentons la méthodologie d'analyse des réponses des enseignants en poste sur le questionnaire B.

3.6.2 Méthodologie d'analyse du questionnaire B

Nous exposons dans cette partie le codage des données brutes provenant des réponses des enseignants en poste sur le questionnaire B (§ 3.3) ainsi que les traitements des données effectués pour produire des résultats. Pour coder les données brutes, nous avons construit une grille. Nous allons présenter le codage des réponses : codage des études suivies, l'intérêt relatif pour la discipline et de l'intérêt relatif pour l'enseignement de celle-ci, l'évolution de l'intérêt disciplinaire et les raisons de celle-ci, de l'évolution de l'intérêt pour l'enseignement et les raisons de ces changements.

Etudes scolaires et Intérêt disciplinaire et didactique relatif

Nous présentons dans cette section le codage des études scolaires des enseignants en poste et de leur parcours professionnel ainsi que le codage de l'intérêt disciplinaire et didactique relatif.

Nous avons d'abord enregistré : le sexe de l'enseignant (homme ou femme), l'âge de l'enseignant, et l'académie. Cela permet de faire des liens entre affinité, sexe, et évolution de l'affinité.

Nous avons distingué le type de formation et l'année de l'obtention du diplôme, ce qui permet d'étudier la répartition de ces professeurs en fonction de leur formation et de voir l'orientation de l'affinité disciplinaire en lien avec le choix d'une formation.

Nous distinguons les professeurs selon leur intérêt relatif et le niveau déclaré pour cet intérêt en utilisant le codage suivant : P pour l'intérêt relatif pour la Physique, C pour l'intérêt relatif pour la Chimie, Z pour l'intérêt relatif égal ou zéro, EP l'intérêt relatif pour l'Enseignement de la Physique, EC l'intérêt relatif pour l'Enseignement de la Chimie, EZ pour l'intérêt relatif égal pour l'Enseignement de deux disciplines. Pour les valeurs de l'intérêt (pour la discipline et l'enseignement), nous utilisons les lettres correspondantes (a = 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1). Nous ajoutons à la fin de chaque lettre (t : teacher) pour distinguer les professeurs qui répondent à ce questionnaire B des étudiants en master se destinant à l'enseignement qui ont répondu au questionnaire A. Les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 n'ont pas été conservés pour ne pas être confondus avec le numéro permettant d'identifier l'enseignant. Par exemple : si un enseignant entoure le chiffre (5) dans l'intérêt relatif disciplinaire pour la physique et (3) dans l'intérêt relatif pour l'enseignement de la physique, nous avons codé pa1t-epc1t. Cela permet de connaître rapidement le profil de l'enseignant.

Codage de l'évolution de l'intérêt disciplinaire et de ses raisons

Nous présentons dans cette section le codage de l'évolution de l'intérêt disciplinaire pour la physique et la chimie et les réponses expliquant les raisons de cette évolution.

Pour la question qui concerne l'évolution de l'intérêt pour la discipline (physique ou chimie), nous avons catégorisé 8 moments (collège, lycée, classes préparatoires aux grandes écoles CPGE, Université, doctorat, CAPES, agrégation, être enseignant), 5 valeurs de l'intérêt (1 à 5) et l'année (par exemple 1980, 1987). Cela permet de préciser le moment de construction de l'intérêt disciplinaire. Nous considérons que l'intérêt évolue quand il augmente (+1, +2, +3, +4) ou quand l'intérêt diminue (-1, -2, -3, -4). Il reste stable entre deux ou trois moments s'il ne présente aucune évolution (0). Nous chercherons à savoir s'il existe un moment spécifique où l'intérêt évolue.

Pour connaître les raisons de l'évolution, les catégories que nous avons définies a priori à partir de cadres théoriques (§ 2.1) et de l'introduction sont : enseignement reçu dans la discipline, expérimentation et Travaux Pratiques (TP), relation de la discipline avec les mathématiques, relations de la discipline avec les autres disciplines, sous-disciplines de la discipline, formation orientée vers une discipline, obligation d'enseignement de la discipline, expérience vécue (personnelle), reprise de la discipline en CAPES ou agrégation, effet d'élèves. D'autres catégories ont été repérées a posteriori : étude approfondie dans la discipline, maîtrise de la discipline, compréhension de la discipline, et programme scolaire.

A partir de raisons décrites par les enseignants, nous avons remarqué qu'il existe pour la même raison deux avis : un positif et un négatif codé (+1) ou (-1). Parfois, certains enseignants font état de plusieurs raisons. Dans ce cas, nous dégroupons la réponse totale selon chacune des raisons et nous les codons l'une après l'autre.

Codage de l'évolution de l'intérêt pour l'enseignement de la discipline et de ses raisons

Pour coder l'évolution de l'intérêt pour l'enseignement, nous avons enregistré l'intérêt pour l'enseignement dans les catégories suivantes : enseignant au collège, enseignant au lycée, enseignant au moment a, enseignant au moment b, enseignant au moment c, enseignant au moment d.

Nous considérons que l'intérêt pour l'enseignement d'une discipline évolue quand il augmente +1, +2, +3, +4 ou quand l'intérêt diminue -1, -2, -3, -4. Nous chercherons s'il existe un moment spécifique où l'intérêt didactique évolue.

Pour connaître les raisons de l'évolution de l'intérêt didactique, les catégories qui sont précisées a priori sont : interaction avec les collègues, programmes scolaires, obligation d'enseigner la discipline, formation et concours, enseignement de la discipline, effets d'élèves. La catégorie qui est précisée a posteriori est : « disciplines complémentaires ». Ces catégories ont été orientées par le cadre théorique (§ 2.1).

Nous avons présenté dans cette partie le codage et le traitement des réponses des professeurs en poste sur le questionnaire B. Dans la suite, nous présentons la méthodologie d'analyse des réponses des enseignants suivis.

3.6.3 Méthodologie d'analyse des données qualitatives

Nous présentons dans cette partie la méthodologie d'analyse des entretiens, des représentations schématiques, du journal de bord et des observations de classe. Nous présentons des critères d'analyse en nous appuyant sur notre cadrage théorique et nos questions de recherche. Lors de l'analyse, nous procéderons à des croisements entre l'analyse des entretiens eux-mêmes pour repérer l'évolution d'un entretien à l'autre, des croisements entre la représentation schématique et ce que l'enseignant dit avant et après la réalisation de celle-ci, et à des croisements entre le journal de bord, les entretiens et les représentations schématiques, à des croisements entre l'analyse des observations de classe, les ressources, le journal de bord et les représentations schématiques.

Méthodologie d'analyse des entretiens

Notre méthode d'analyse des entretiens repose sur un découpage du discours des enseignants de SPC ou futurs enseignants en fonction des thèmes et des catégories liés à nos questions de recherche. Nous explicitons ci-dessous la mise en œuvre de cette méthode et l'illustrons par des exemples. Nous exposons enfin la méthodologie d'analyse des entretiens avec les laborantines.

Choix des thèmes et des catégories qui permettent le découpage du discours de l'enseignant et choix des prélèvements

Nous montrons dans cette section les thèmes qui dans le discours des enseignants interviewés, alimentent notre problématique. Nous avons découpé ces thèmes *en* catégories puis en sous-catégories. Ces thèmes et leurs catégories ou sous-catégories sont choisis en fonction de notre cadrage théorique et nos questions de recherche. Nous présentons ensuite la manière dont

nous avons découpé le discours dans les entretiens que nous avons menés avec les deux enseignants de SPC suivis (Jean et Philippe). Nous exposons enfin la manière dont nous avons prélevé ces thèmes et leurs catégories dans les entretiens avec les étudiants en master se destinant à l'enseignement et les autres enseignants en poste.

Hammoud (2012) décompose le discours de l'enseignant en thèmes et elle découpe chaque thème en catégories et sous-catégories. Nous nous inspirons de la manière de découper le discours de l'enseignant. Ainsi, nous avons choisi les thèmes qui nous intéressent dans le discours des enseignants interviewés à partir de notre cadrage théorique et de nos questions de recherche. Nous nous intéressons donc à six thèmes : *Affinité Disciplinaire* (AD), *Affinité Didactique* (AD'), *Système de Ressources* (SR), *Ressource fille orientée* (RFO), *Ressources mères structurantes* (RMS) et *Interactions avec les Collègues* (IC).

Nous avons découpé le discours de chaque enseignant suivi en fonction de ces thèmes et de leurs catégories, que nous avons ensuite codé ces extraits. Cette analyse des entretiens va nous permettre d'éclairer l'affinité didactique et disciplinaire de l'enseignant, son système des ressources, ses ressources filles orientées et mères structurantes, et ses interactions avec ses collègues. Ce codage permet de croiser les différents entretiens et de saisir l'évolution d'un entretien à l'autre.

Pour le premier thème nommé « affinité disciplinaire » (AD), plusieurs catégories visant à identifier et à inférer des éléments de l'AD de l'enseignant ont été définies (voir figure 1) : nous cherchons à repérer d'abord l'intérêt relatif disciplinaire (code : AD1) c'est-à-dire la déclaration de l'enseignant concernant sa préférence pour une des deux disciplines. Ensuite, nous cherchons à identifier la conscience relative disciplinaire (code : AD2) c'est-à-dire sa représentation de chaque discipline, l'articulation des échelles microscopiques-macroscopiques, la relation modélisation-expérimentation, les liens avec d'autres disciplines, les liens avec la vie quotidienne. Nous nous attachons à identifier à travers les entretiens des indicateurs (code : ADindi) et des déterminants (code : ADdéter) de l'affinité disciplinaire (§ problématique et cadre théorique). Nous cherchons également à repérer l'évolution de l'intérêt disciplinaire (code : AD3) et celle de la conscience disciplinaire (code : AD4). Pour distinguer la physique de la chimie, nous ajoutons au codage la lettre P pour désigner la Physique et C pour désigner la Chimie. Par exemple, un déterminant de l'affinité disciplinaire chimie a le code suivant (ADCdéter).

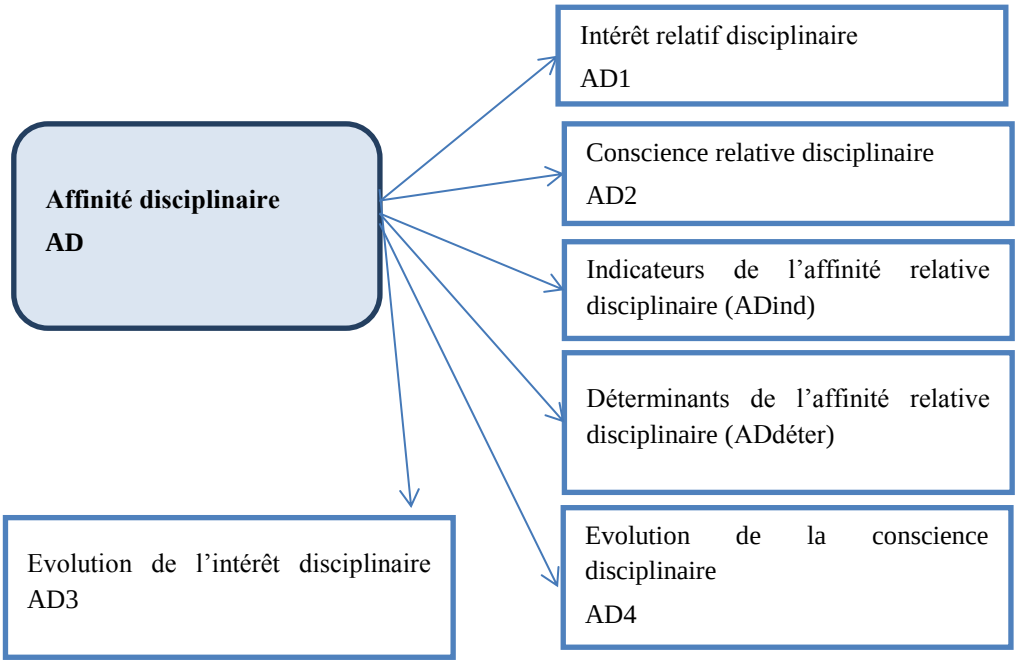


Figure 1 : Catégorie du thème « affinité disciplinaire relative (AD) »

Pour le deuxième thème nommé « affinité didactique » (AD'), nous cherchons à inférer et à identifier des éléments de AD' de l'enseignant (voir figure2). La structure du codage est similaire à la précédente[37].

[37] Nous cherchons à repérer d'abord l'intérêt relatif didactique pour l'une ou l'autre discipline (code : AD'1) c'est-à-dire la déclaration de l'enseignant concernant la préférence pour l'enseignement de l'une ou l'autre discipline ainsi que sa conscience relative didactique (code : AD'2) c'est-à-dire la praxéologie didactique de l'enseignant. Ici, nous pouvons inférer la praxéologie didactique de l'enseignant à partir de ses déclarations mais aussi de l'observation de classe. Nous pouvons repérer des déclarations spécifiques pour l'enseignement de l'une ou l'autre discipline (démarche utilisée, épistémologie, interactions avec les élèves, effets de l'affinité sur l'enseignement). Nous nous attachons ensuite à identifier à travers les entretiens des éléments des indicateurs (code : AD'indi) et des déterminants de l'affinité didactique (code : AD'déter). Pour finir, nous cherchons à repérer l'évolution de l'intérêt didactique (code : AD'3) et celle de la conscience didactiques (AD'4). Pour distinguer l'enseignement de la physique et celui de la chimie, nous ajoutons au codage la lettre P pour désigner la Physique et la lettre C pour désigner la Chimie. Par exemple, des déterminants de l'affinité didactique physique a le code suivant (AD'Pdéter).

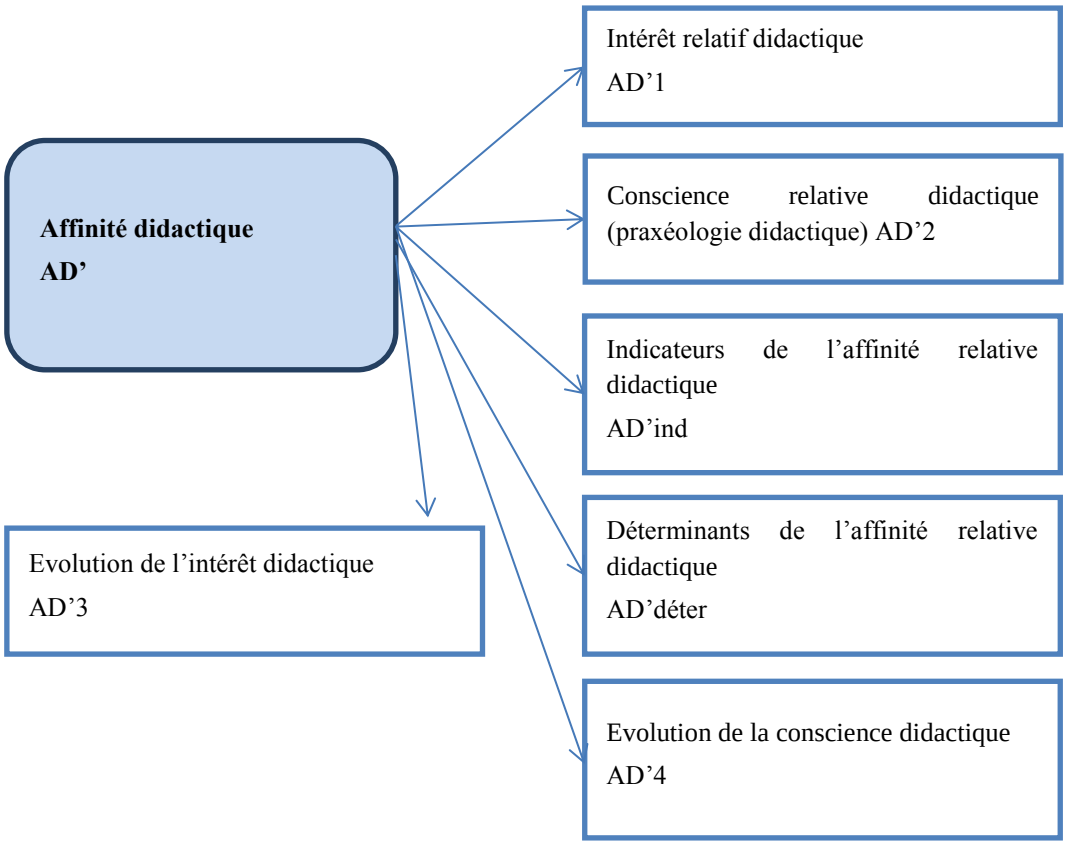


Figure 2 : Catégorie du thème « affinité didactique relative (AD') »

Pour le troisième thème nommé « système du ressources pour l'enseignement de SPC » (SR), plusieurs catégories visant à identifier des éléments sur le SR de l'enseignant ont été définies (voir figure 3) : nous cherchons à repérer d'abord les *ressources* mobilisées par l'enseignant pour l'enseignement de SPC (code : SR1) ; *l'organisation et la structure de ces ressources* (code : SR2) : version informatique, version papier, sur ordinateur, dans ses archives (classées selon la discipline physique ou chimie, selon le thème du nouveau programme, selon des activités : cours, TP) ; les ressources particulières pour l'enseignement de la physique (code : SRP3) ; les ressources particulières pour l'enseignement de la chimie (code : SRC4). Nous cherchons aussi à repérer chez l'enseignant la genèse documentaire car c'est le moteur du travail documentaire de l'enseignant (code : SR5).

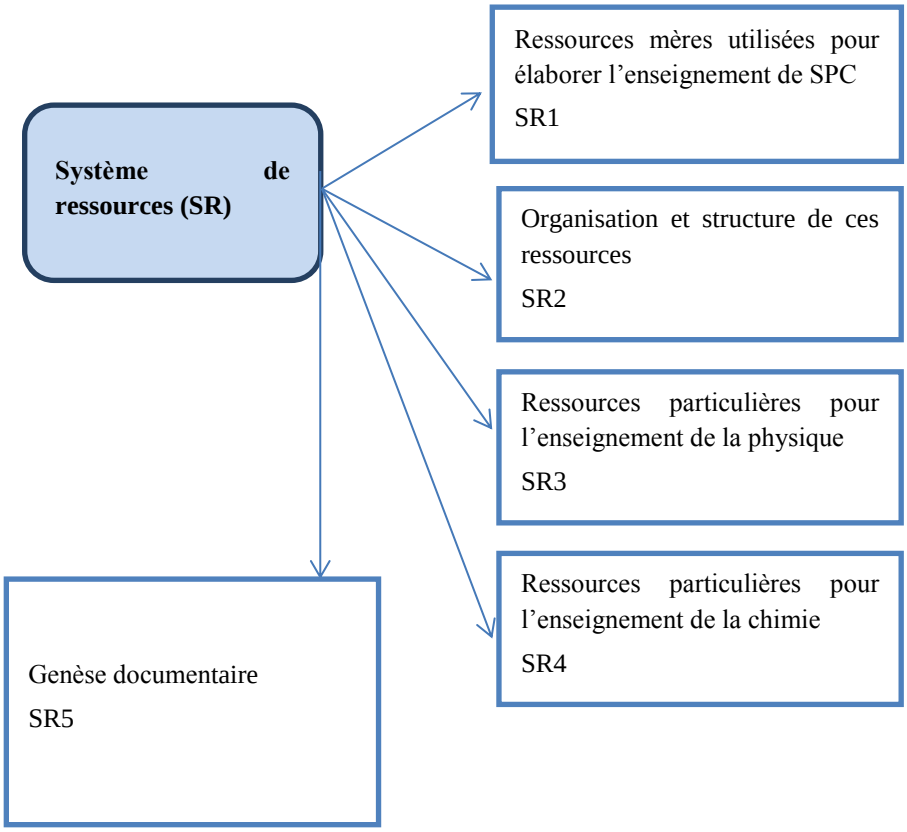


Figure 3 : Catégories du thème « Système des ressources (SR) »

Quant au quatrième thème nommé « ressource fille orientée » (RFO), plusieurs catégories visant à identifier des éléments sur les RFO de l'enseignant ont été définies (voir figure 4) : nous cherchons à repérer d'abord la *ressource* produite par l'enseignant (tout seul ou en interaction avec des collègues) pour un enseignement donné (code : RFO1) ; le processus de construction de cette ressource, autrement dit, les étapes du travail didactique de l'enseignant pour concevoir la ressources fille orientée (code : RFO2) ; et *la structure de cette ressource* (code : RFO3). Enfin, nous codons l'expression de l'affinité didactique et disciplinaire dans les ressources produites par le code (RFO4), c'est-à-dire l'expression de la conscience disciplinaire et didactique dans cette ressource.

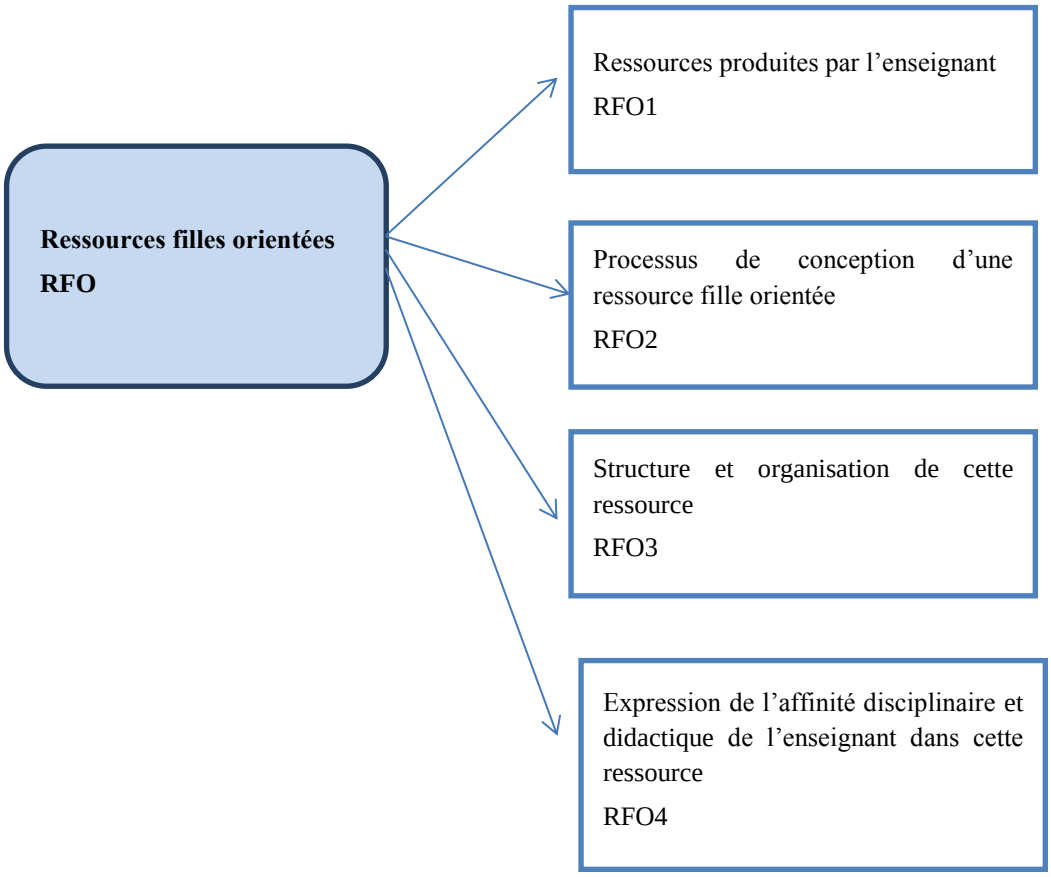


Figure 4 : Catégorie du thème « ressource fille orientée (RFO) »

Par rapport au cinquième thème concernant les ressources mères structurantes de l'enseignant pour un contenu précis, nous cherchons à inférer et à identifier des éléments de (RMS) (voir figure 5) : nous cherchons à repérer d'abord ce que l'enseignant utilise comme ressources mères pour organiser l'enseignement de ce contenu (code : RMS1) ; et *la structure de ces ressources* (code : RMS2). Parmi celles-ci, nous cherchons à repérer les ressources mères les plus importantes pour l'enseignant et pour l'enseignement de ce contenu (code : RMS3). Dans cette dernière catégorie, nous pouvons distinguer deux sous-catégories, à savoir que la ressource mère structurante permet de jouer un rôle particulier dans l'affinité disciplinaire et didactique (code : RMS4) et/ou dans la production d'une ressource fille orientée (code : RMS5).

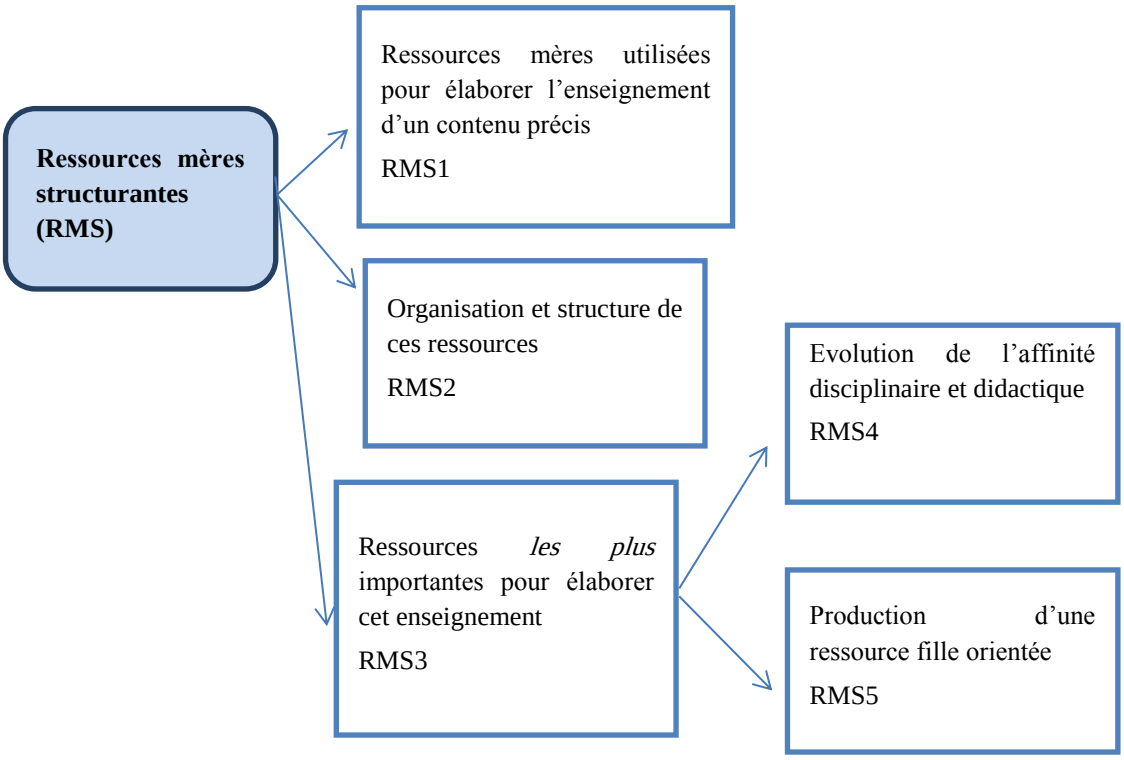


Figure 5 : Catégories et sous-catégories du thème « Ressources mères structurantes »

Par rapport au dernier thème concernant « les interactions avec les collègues » (IC), nous cherchons à approcher les différents systèmes d'interaction de l'enseignant (voir figure 6). Il s'agit donc d'identifier les différentes personnes avec lesquelles l'enseignant interagit dans son établissement (en précisant s'il s'agit du laboratoire de sciences physiques-chimiques) ou hors de son établissement en précisant leur formation plutôt « physique » ou plutôt « chimie » (code : IC1). Nous identifions aussi l'*objet* de l'interaction (elle peut porter sur une discussion à propos de l'épistémologie, sur une séance à enseigner, sur des problèmes avec des élèves) (code : IC2) et l'apport de cet enseignant en précisant la discipline de l'objet (code : IC3), l'apport de ces personnes sur le travail documentaire de l'enseignant dans une discipline donnée (code : IC4). Pour distinguer la physique de la chimie, nous ajoutons au codage la lettre P pour désigner la Physique et C pour désigner la Chimie. Par exemple, l'apport de l'enseignant en physique (code : ICP3).

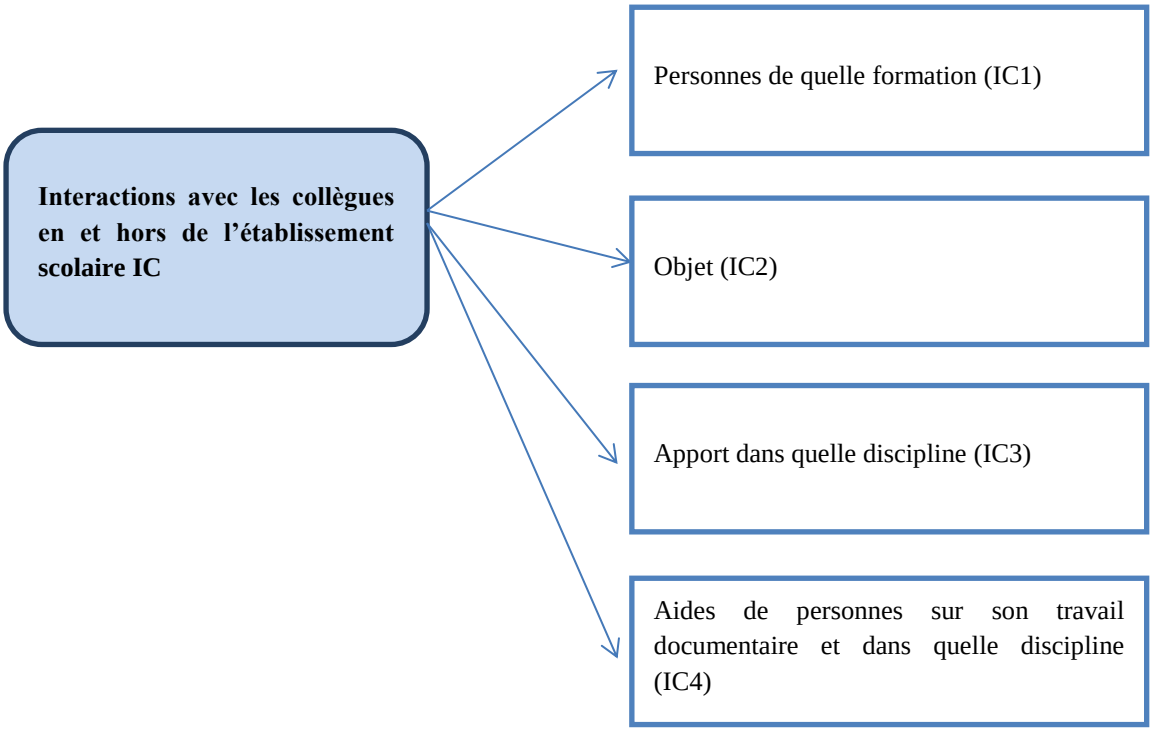


Figure 6 : Catégorie du thème « interactions avec les collègues IC »

Mise en œuvre de la méthode, et illustrations

Nous avons présenté les thèmes que nous allons analyser et les différentes catégories et sous-catégories en relation avec chacun des six thèmes. Nous allons expliciter, en nous appuyant sur des exemples d'extraits d'entretiens, la manière dont nous avons découpé des extraits du discours des enseignants suivis et la façon de prélever des informations.

La complexité de codage du discours de l'enseignant vient éventuellement de la diversité du contenu dans la réponse de l'enseignant aux questions. Une seule réponse peut avoir une ou plusieurs catégories correspondantes à un ou plusieurs thèmes. Pour Hammoud (2012), la réponse de l'enseignant, qui se trouve entre deux questions posées, constitue une *séquence*. Chaque réponse est décomposée en unité(s) correspondante(s) à une ou plusieurs catégories. Nous appliquons cette façon de procéder dans tous les entretiens avec les enseignants suivis[38].

En effet, nous réalisons notre analyse dans les entretiens avec les deux enseignants suivis en découpant d'abord chaque réponse donnée par l'enseignant concernant une question que nous lui avons posée. Nous décomposons ensuite chaque réponse concernée en *unité(s)* qui correspondent aux catégories ou sous-catégories. Comme, il est possible que la réponse de l'enseignant contienne plusieurs thèmes, une seule réponse peut être monothématique, bi-thématique, tri-thématique. Elle peut être aussi décomposée en des unités correspondant à une ou plusieurs catégories ou sous-catégories relative(s) à un même thème ou plusieurs (voir

[38] Dans les entretiens avec les deux enseignants suivis, nous avons codé chacun de ceux-ci selon les thèmes et les catégories.

tableau 9 et 10). Pour un thème précis, nous cherchons ensuite toutes les unités correspondantes aux catégories ou sous-catégories que nous avons codées.

Nous présentons maintenant des exemples pour éclairer le découpage et le prélèvement.

I : Quel enseignement préférez-vous : l'enseignement de la physique ou l'enseignement de la chimie ? Pourquoi ?
P : Alors, moi pendant longtemps, j'ai préféré l'enseignement de la physique (AD1') parce que oh parce que c'était plus de ma formation (ADind) parce que les problèmes que ça soulevait la physique me semblaient plus riches. Alors que je voyais la chimie comme une espèce de catalogue de recette expérimentale de réaction et de type de transformation fin voilà je vois voilà ah... Alors que je voyais la physique [comme un plus des problèmes] comme travail avec une conceptualisation nécessaire pour répondre à ces problèmes voilà donc, je trouvais la physique plus susceptible plus riche que la chimie (AD'2) et en fait j'ai changé d'avis là-dessus quand j'ai y a pas de longtemps quand j'ai découvert un peu l'histoire de la chimie c'est un des courants de l'histoire de la chimie que j'ai compris en quoi la chimie est une science qui construisait des concepts pour résoudre des problèmes ah et que j'ai trouvé ça tout aussi riche et passionnant que la physique parce que c'est normale parce qu'elle fonctionne pareil mais voilà, j'avais pas eu accès à ça auparavant (AD3) et donc là pour aujourd'hui je trouve que les deux enseignements sont également intéressants même si je suis mal à l'aise en chimie parce que justement je suis mal à l'aise pour trouver les façons de refaire vivre ces problèmes historiques mais … Ça viendra, j'espère (AD'3)!

Tableau 9. Exemple d'un extrait de l'entretien général avec Jean où la réponse associe deux thèmes

Dans cet exemple, l'enseignant déclare qu'il a un intérêt fort depuis toujours pour l'enseignement de la physique (AD'1). Ensuite, il explique que cette préférence est liée à ses formations plutôt physiques (ADind). Puis, il précise que l'enseignement de la physique est beaucoup plus riche dans ses problèmes que celui de la chimie (AD'2) car selon lui ce dernier est une recette de réaction. Enfin, il précise que son intérêt pour la chimie a été augmenté car il a découvert l'histoire de la chimie (AD3) et cela augmente donc son intérêt pour l'enseignement de la chimie (AD'3). Cette réponse est décomposée en unités correspondantes aux catégories de deux thèmes.

I : Est-ce qu'il y a des ressources anciennes, si oui les quelles ? Est-ce qu'il y a des nouvelles ressources et si oui lesquelles ?
P : Alors y a pas of…y a quelques alors ah…les premières ressources que je commence à compiler c'est des ressources nouvelles c'est des échanges avec Gilles (IC1), les trucs que j'ai cherché sur Internet, en terme de ressource ancienne y en a une principale c'est…c'est un document que j'avais tiré de…je l'ai récupéré auprès de l'observatoire de Lyon y a longtemps je ne sais même pas quand ? Je l'ai trouvé par hasard en fouillant mes papiers (RMS1)… en gros c'est un…c'est un texte d'Auguste Comte qui dit qu'on saura jamais étudié la composition chimique ou la structure des…des étoiles car ils sont trop loin et la chose qu'on peut savoir là-dessus leurs positions et leurs mouvements…et j'avais beaucoup aimé ce…ce texte parce que justement il montre très très bien la problématique qui a

derrière spectroscopie-astrophysique (RMS3).

Tableau 10. Exemple d'un extrait de l'entretien précédent de l'observation de classe avec Jean où la réponse contient plusieurs thèmes

Dans cet exemple, il s'agit d'une réponse bi-thématique associant les deux thèmes IC, RMS. Le professeur énonce les ressources nouvelles pour lui afin d'organiser son enseignement (IC 1) (des échanges avec son collègues Gilles). Il précise qu'il y a aussi des ressources tirées d'Internet ainsi que de ses anciennes ressources (RMS1). Par ailleurs, l'enseignant précise qu'il y a une ressource qui permet d'avoir une conscience de l'émergence des méthodes spectroscopiques ainsi que de comprendre la problématique (RMS3).

Dans le cas de prélèvement, pour le thème de l'interaction avec les collègues, nous prélevons par exemple l'unité « Alors y a pas of…y a quelques alors ah…les premières ressources que je commence à compiler c'est des ressources nouvelles c'est des échanges avec Gilles » qui correspond à la catégorie (IC1).

En conclusion, nous avons présenté dans cette partie la méthodologie que nous avons utilisée pour analyser les données provenant des entretiens. Nous avons indiqué que nous nous intéressons à six thèmes qui sont en lien avec nos questions de recherche et notre cadrage théorique. Nous avons précisé que chaque thème sera décomposé en catégories et sous catégories. Nous avons donc décomposé les réponses des enseignants suivis selon ces thèmes.

Méthodologie d'analyse de l'entretien avec les laborantines

Nous cherchons dans ces entretiens à repérer si le(la) laborantin(e) (acteur(trice) de l'institution) déclare que l'enseignant a suivi une préférence pour l'enseignement de telle ou telle discipline. Nous examinons ensuite si la laborantine déclare que l'enseignant demande beaucoup plus ressources pour l'enseignement de telle ou telle discipline. Ce travail dans le laboratoire de SPC dans les établissements scolaires entre l'enseignant et le(la) laborantin(e) est une spécificité des sciences physiques-chimiques.

Notre hypothèse est que l'enseignant de telle affinité didactique demande beaucoup plus de ressources ou il prépare beaucoup plus d'expériences pour l'enseignement de la discipline majeure. Si cette hypothèse est vérifiée, il s'agit alors d'une forme d'expression de l'affinité dans l'enseignement.

Ainsi, nous avons présenté dans cette partie l'analyse des entretiens que nous avons menés à la fois avec les deux enseignants suivis, avec les autres enseignants en poste, avec les étudiants en master se destinant à l'enseignement, et avec les laborantines.

Méthodologie d'analyse des représentations schématiques

Nous présentons dans cette partie, la méthode d'analyse des représentations schématiques proposée par Hammoud (2012) et notre application de cette méthodologie sur l'analyse des différents schémas que nous avons proposés aux enseignants.

Hammoud (2012) propose une grille pour analyser qualitativement des représentations schématiques dessinées par des enseignants de SPC concernant *leur système de ressources* et

leur travail collectif. Pour cela, elle s'appuie une méthode d'analyse des cartes cognitives[39]. Elle utilise donc plusieurs critères pour réaliser l'analyse de ces schémas, pris comme des objets en soi. Pour cela, elle précise d'abord la *structure générale* de la représentation schématique en repérant les *termes* présents et les *centres* éventuels ; elle précise les *pôles* éventuels autour de ces centres, les *formes* sous lesquelles les termes sont présentés (triangle, carré, rond, rectangle) et les *couleurs* utilisées. Ensuite, elle cherche à *localiser* ou *positionner* des termes dans la représentation schématique (au centre, à la marge, à gauche, à droit, hiérarchie des termes). Puis, elle cherche à exploiter les quatre critères provenant de l'analyse des cartes cognitives (Cossette, 2003) : *importance relative de chaque terme, les termes influencés et les termes influençant, le regroupement des termes et les boucles*. Ensuite, elle précise la *nature des liens* (fort, faible) entre les termes en s'appuyant sur des flèches de la représentation schématique, en s'appuyant sur les caractéristiques des liens (*liens de causalité, similarité/ressemblance, influence, inclusion, proximité, catégorie, continuité, implication, équivalence, exemple*). Elle cherche plus particulièrement, à partir des flèches, à préciser les liens *réversibles* qui peuvent s'effectuer en deux sens entre les termes. Enfin, elle indique qu'il est important de prendre en compte *l'ordre* dans lequel la représentation schématique été dessinée car c'est un *indice de l'importance* que l'enseignant donne à certains termes de la représentation schématique. De plus, Hammoud (ibidem) analyse la représentation schématique en s'appuyant sur l'analyse des entretiens avec l'enseignant. Cela lui permet « de repérer si l'enseignant évoque des choses dans l'entretien qu'il ne reprend pas dans sa représentation schématique ou inversement » (ibidem, p. 128).

Nous utilisons la même méthode pour l'analyse des représentations schématiques. Mais celles que nous avons demandées aux enseignants concernent le système de ressources, la conscience disciplinaire et didactique, l'interaction avec les collègues, la praxéologie didactique de l'enseignant. Autrement dit, cela demande la prise en compte des spécificités pour l'analyse de chacune de ces représentations schématiques. Pour cela, nous conduisons aussi l'analyse des représentations schématiques en nous appuyant sur notre propre grille d'analyse des entretiens, plus particulièrement sur les thèmes et les catégories/sous-catégories que nous avons proposés.

En effet, pour la représentation schématique de la relation entre la physique et la chimie et leur enseignement, nous l'analysons de la façon suivante : nous examinons la conscience disciplinaire et didactique de l'enseignant, ce qui correspond respectivement aux catégories AD2 et AD2' de deux thèmes « Affinité Disciplinaire AD et Affinité Didactique AD' » (§ voir les catégories des thèmes). Nous cherchons à préciser la discipline ou l'enseignement de la discipline concerné s'il y a un centre, des pôles, des termes. Nous comptons ensuite les termes cités par l'enseignant pour une discipline ou son enseignement et nous repérerons leur sujet. Nous cherchons si l'enseignant cite la discipline et son enseignement dans les différents registres (microscopique-macroscopique, concret-abstrait, expérimentation-modélisation). Nous examinons les relations entre les deux disciplines ou leur enseignement. Les flèches jouent un rôle intéressant pour préciser le caractère influencé ou influençant. Si l'enseignant cite beaucoup plus de termes dans l'enseignement d'une discipline et précise des relations

[39] Une carte cognitive est une figure tracée par un chercheur pour représenter les affirmations d'un sujet (Coesset, 1994). Elle contient deux composants : des concepts et des liens de causalités.

entre différents registres de cette discipline (par exemple : micro et macro), nous inférons que l'enseignant a une plus grande conscience pour l'enseignement de cette discipline.

Sur la RSSR (Représentation Schématique du Système de Ressources), nous repérons les ressources mères que l'enseignant a mobilisées pour concevoir une ressource fille orientée pour l'enseignement d'un contenu précis, ce qui renvoie à la catégorie RMS1 du thème « ressources mères structurantes RMS » (§ voir les catégories des thèmes). Dans la structure de la RSSR, nous cherchons s'il y a un centre, des pôles, des termes. Nous voulons ensuite repérer plus précisément l'existence des ressources mères structurantes, ce qui renvoie à la catégorie RMS3 du thème « ressources mères structurantes RMS ». Dans la RSSR retouchée[40], nous cherchons à repérer si des ressources mères structurantes ont été intégrées récemment, ce qui renvoie à la catégorie RMS3. Nous examinons aussi les ressources que l'enseignant produit pour organiser son enseignement, et éventuellement l'organisation et la structure de ces ressources, ce qui correspond respectivement aux catégories RFO1 et RFO3 du thème « ressource fille orientée RFO » (§ voir découpage du discours).

Dans la RSIC (Représentation Schématique des Interactions avec les Collègues), nous cherchons à identifier les communautés ou les personnes avec lesquelles l'enseignant interagit et éventuellement l'objet, l'apport de l'enseignant et les aides de ses collègues, ce qui renvoie respectivement aux sous-catégories IC1, IC2, IC3 et IC4 du thème « interaction avec les collègues IC » (§ voir le découpage du discours). Nous cherchons dans le schéma s'il existe un centre, termes, pôles. Cela permet de repérer les interactions les plus intéressantes pour l'enseignant. Pour préciser les effets mutuels de l'affinité didactique et disciplinaire de l'enseignant et de ses interactions avec ses collègues, nous cherchons dans les flèches dessinées (directe, réversible, pointé) si l'enseignant aide ou s'il reçoit des aides dans l'enseignement d'une autre discipline. Le rôle de flèches dessinées entre les termes est révélateur de l'orientation de l'affinité didactique dans les interactions de l'enseignant.

Dans la RSPD (Représentation Schématique de la Praxéologie Didactique), nous identifions les tâches didactiques de l'enseignant, les techniques didactiques, le rôle de l'enseignant ainsi que le rôle de ces élèves, ce qui se rapporte respectivement aux sous-catégories de la conscience didactique du thème « affinité didactique ». Nous cherchons dans le schéma s'il existe un centre, des pôles,…pour repérer les techniques les plus intéressantes via les termes situés autour de cette technique et les flèches qui en sortent ou qui entrent. A travers les déclarations de l'enseignant, nous recherchons des éléments de discours technologico-théorique didactique. Les éléments de la praxéologie didactique seront croisés avec l'analyse des vidéos.

Ainsi, ces indicateurs d'analyse communs aux données des entretiens et des représentations schématiques nous permettent de croiser ces deux types de données. En effet, il s'agit d'analyser d'abord la représentation schématique comme un objet isolé (ce que dit le dessin

[40]L'enseignant dessine d'abord la RSSR. Au cours de suivi (après les séances observées, après un an,…), nous proposons à l'enseignant de dessiner les modifications éventuelles dans son système de ressources sur un papier calque. La RSSR retouchée est donc la RSSR avec le papier calque que ce dernier contient des modifications. Il est possible d'avoir la RSSR retouché plusieurs fois sur le même papier calque ou plusieurs (après un an, avant les séances observées, après les séances observées,…). Pour cela, il faut bien proposer à l'enseignant d'utilisation des couleurs différents s'il fait des modifications sur un seul papier calque et noter la date de chaque modification.

seul), puis de la mettre en relation avec l'analyse de l'entretien en exploitant ces indicateurs d'analyse communs, mais aussi avec le point de vue de l'enseignant sur la physique et la chimie, sur l'enseignement de la physique et celui de la chimie, les ressources recueillies et éventuellement avec d'autres données.

Méthodologie d'analyse du journal de bord

Nous présentons ici la méthodologie d'analyse du journal de bord renseigné par l'enseignant. Les données provenant de ce journal sont croisées avec d'autres données, notamment celles issues des entretiens, des représentations schématiques, et des ressources recueillies.

Dans les ressources et les activités renseignées par le professeur, nous voulons distinguer ce qu'il utilise et ce qu'il produit. Nous analysons les données qui concernent le thème de l'univers et plus particulièrement le thème du spectre en classe de seconde (§ 3.4.3).

A partir de ce journal de bord, nous voulons connaître les ressources mobilisées par l'enseignant pour construire une ressource fille orientée et surtout les ressources mères structurantes c'est-à-dire celles correspondantes aux catégories RMS1 et RMS3 du thème « ressources mères structurantes ». Nous cherchons à préciser le temps consacré pour lire, réviser, dégager des éléments ou des idées d'une ressource mère structurante. Nous supposons que l'enseignant consacre beaucoup du temps pour cette ressource pendant la préparation de la ressource fille orientée. Puis, nous cherchons à repérer les étapes de construction de cette ressource fille orientée et l'organisation de cette ressource ce qui se rapporte respectivement aux sous catégories RFO2 et RFO3 du thème « ressource fille orientée RFO ». Puis, nous cherchons aussi à préciser les interactions de l'enseignant avec les collègues en et hors de son établissement. Plus particulièrement, l'apport de ces interactions dans la construction d'une ressource fille orientée, ce qui se rapporte respectivement aux sous-catégories IC2 et IC4 du thème « interactions avec les collègues IC ». Enfin, nous voulons préciser le moment de l'intervention des interactions avec les collègues (avant la préparation, au cours de construction, après la séance en classe). Ainsi, nous avons présenté l'analyse du journal de bord en relation avec les thèmes de notre étude.

Analyse de la ressource fille orientée

Dans cette partie, nous voulons examiner la façon dont la ressource fille orientée produite par l'enseignant sera analysée. Dans notre étude, nous rappelons que les ressources filles orientées portent sur le thème de l'univers et plus particulièrement le thème du spectre.

Pour analyser la ressource fille orientée, nous proposons d'étudier à la fois le niveau du processus de construction : les ressources mères, les interactions avec les collègues, les ressources mères structurantes, et l'expression de l'affinité disciplinaire et didactique dans la construction de cette ressource.

Nous examinons l'affinité didactique et disciplinaire de l'enseignant en nous appuyant sur l'analyse des entretiens et nous analysons la conception de la ressource fille orientée en nous appuyant sur l'analyse des entretiens, des représentations schématiques, du journal de bord, des interactions avec les collègues (§ 3.6.3 voir les parties précédentes).

Nous analysons le savoir mis en jeu, ici le thème du spectre, dans la ressource fille orientée en nous appuyant sur l'analyse praxéologique de Chevallard (1998).

Ainsi, nous cherchons à préciser les types de tâches ou tâches dans les parties de la ressource fille orientée à travers les exercices ou des travaux pratiques ou activités. Nous cherchons ensuite les techniques dans les activités ou les travaux pratiques ou les exercices résolus. Puis nous tirons les technologies qui justifient l'utilisation de ces techniques et nous présentons enfin les théories possibles.

Par ailleurs, nous cherchons l'expression de l'affinité didactique et disciplinaire dans cette ressource. Nous cherchons s'il existe dans cette ressource des liens avec la vie courante, des éléments épistémologiques, des éléments historiques, un grand nombre d'activités expérimentales. Nous cherchons ainsi à savoir si la conscience disciplinaire et didactique de l'enseignant est intégrée dans cette ressource.

Analyse des séances observées

Nous présentons ici notre méthodologie pour choisir certains épisodes de vidéos à transcrire et la manière d'analyser ces extraits.

Choisir des épisodes à transcrire

Dans un premier temps, nous avons regardé l'ensemble de la séquence pour chaque enseignant suivi (Jean et Philippe), ce qui nous a permis de préciser le déroulement de chaque séance, de préciser les gestes de l'enseignant devant la classe, les activités des élèves et de l'enseignant, le repérage temporel, les techniques didactiques. Cela nous a permis ensuite de préciser quelques épisodes et d'énoncer quelques hypothèses pour concevoir et réaliser l'entretien d'auto-confrontation. Par exemple : une ressource difficile à lire pour les élèves, des questions de natures différentes posées par l'enseignant, des techniques didactiques différentes au fur et à mesure de la séquence.

Dans un second temps, nous avons regardé une deuxième fois l'ensemble de la séquence pour chaque enseignant et retranscrit intégralement plusieurs épisodes de chaque séance. Nous cherchons des objets précis pour choisir ces épisodes :

- quelques praxéologies disciplinaires ponctuelles qui sont en relation avec notre analyse du programme (BO seconde, 2010) : l'obtention du spectre, la comparaison entre spectre d'émission et d'absorption, la relation entre les couleurs et la température et le spectre des étoiles ;
- des techniques didactiques utilisées par l'enseignant, des régularités à travers son discours avec ses élèves, des extraits des séances que l'enseignant a commentées pendant l'entretien d'auto-confrontation ;
- des éléments d'expression de l'affinité disciplinaire et didactique : l'enseignant parle devant les élèves d'épistémologie et d'histoire de la discipline, des enjeux de la discipline, du lien de la discipline avec la vie quotidienne.

Analyse des épisodes

Pour analyser les épisodes transcrits, nous utilisations la cadre théorique de l'analyse praxéologique de Chevallard (1992, 1998) pour dégager les techniques didactiques de

l'enseignant pour réaliser les tâches. Ces techniques sont ensuite mises en relation avec les technologies et théories (logos) repérées dans les entretiens.

3.7. Conclusion du chapitre de la méthodologie

La construction méthodologique que nous avons présentée et développée dans ce chapitre est en relation avec nos questions de recherche (§ 2.5) et notre problématique (§ 1).

Les questionnaires que nous avons conçus et les entretiens avec les étudiants en master se destinant à l'enseignement et les enseignants en poste visent à étudier la nature et l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique. Nous avons prolongé la méthodologie d'investigation réflexive pour le suivi des enseignants d'affinités didactiques différentes. Nous avons développé des nouveaux outils : des représentations schématiques concernant les relations entre l'enseignement de la physique et celui de la chimie, ainsi que la praxéologie didactique. Nous mettons cette méthodologie à l'épreuve sur deux terrains d'étude (un enseignant d'affinité didactique « physique » et un enseignant d'affinité didactique « chimie ») dans le cadre d'un thème commun entre la physique et la chimie, ici, le spectre en seconde.

Notre recherche s'intéresse à l'analyse de l'affinité disciplinaire et didactique et leurs impacts sur l'enseignement de la physique et de la chimie et plus particulièrement sur l'enseignement du spectre. Les méthodologies d'analyse que nous avons développées s'inscrivent dans cette perspective.

Chapitre 4. Analyse des questionnaires

Nous présentons dans ce chapitre l'analyse du questionnaire A concernant l'étude de l'existence de l'affinité disciplinaire et ses fondements chez les étudiants en master se destinant à l'enseignement.

Nous exposons ensuite l'analyse du questionnaire B concernant les enseignants en poste. Il s'agit d'étudier l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique.

4.1. Analyse du questionnaire A (questionnaire des étudiants en master se destinant à l'enseignement)

Il s'agit d'étudier chez les étudiants en master se destinant à l'enseignement les éléments constitutifs de l'affinité disciplinaire, l'évolution de l'intérêt disciplinaire, et les relations entre l'affinité disciplinaire et les intérêts d'autres disciplines voisines et les sous-disciplines. Nous exposons les effets de l'affinité sur l'enseignement, le lien entre l'affinité et la maîtrise des contenus disciplinaires.

A noter que nous nous appuyons parfois sur des exemples tirés des entretiens menés avec six étudiants, pour illustrer notre propos.

4.1.1 Une affinité disciplinaire très répandu

Nous présentons d'abord les caractéristiques de la population des répondants au questionnaire A. Nous exposons ensuite l'analyse des éléments constitutifs de l'affinité disciplinaire : intérêt et conscience disciplinaires. Il s'agit de préciser la nature de l'intérêt relatif disciplinaire et les moments de constitution de celui-ci. Nous analysons ensuite la conscience disciplinaire. Puis, nous présentons l'analyse d'un indicateur de l'affinité disciplinaire : le parcours de formation. Enfin, nous analysons deux déterminants de l'affinité disciplinaire : l'enseignement reçu et les ressources.

Les étudiants (futurs enseignants)[41] ayant répondus à notre questionnaire A étaient en master 1 ou master 2 poursuivant l'objectif de devenir enseignant de physique et de chimie. Au total, l'échantillon est composé de 105 étudiants : 45 en master 1 et 60 en master 2 issus de 4 Universités différentes. L'effectif des répondants à notre questionnaire est 72 étudiants : 32 en master 1 et 40 en master 2 (§ 3.2.1).

La proportion des répondants (72) dans la population des quatre universités (105) est de 69%.

Un Intérêt relatif disciplinaire marqué

A la question portant sur l'intérêt relatif[42] pour l'une et/ou l'autre discipline (§ 3.2.2) 30 étudiants déclarent un Intérêt Relatif de 1 à 5 pour la Chimie (IRC) et 34 étudiants un Intérêt Relatif de 1 à 5 pour la Physique (IRP). De plus, 8 étudiants déclarent un intérêt relatif égal pour les deux disciplines (Z pour zéro) (§ 1.1.2).

[41] Au fur et à mesure de notre analyse, si vous rencontrez le mot « étudiant(s) » tout seul. Cela vaut dire « étudiant(s) en master se destinant à l'enseignement ».

[42] L'intérêt relatif est la différence de l'intérêt entre la physique et la chimie.

Ainsi 89% des étudiants déclarent un intérêt relatif dont 47% expriment un intérêt relatif pour la chimie, et 53% déclarent un intérêt pour la physique. De plus, 11% de l'échantillon de répondants déclarent un intérêt relatif égal (Z) pour la physique et la chimie.

Pour affiner cette analyse, nous allons préciser la force de l'intérêt relatif chez les étudiants d'IRC et les étudiants d'IRP.

Intérêt relatif pour la chimie différent selon les étudiants

Parmi les 30 étudiants qui déclarent un intérêt relatif pour la chimie, tous n'expriment pas la même force d'intérêt relatif : 5 étudiants ont un intérêt relatif extrêmement fort pour la chimie (chiffre de l'intérêt = 5/5), 7 étudiants ont un intérêt relatif beaucoup plus fort pour la chimie (4/5), 4 étudiants ont plus d'intérêt pour la chimie (3/5), 7 ont plutôt un intérêt pour la chimie (2/5), 6 ont un peu plus d'intérêt pour la chimie (1/5), et 1 étudiant a un intérêt qui se situe entre 2 et 3. Pour ce dernier étudiant, nous l'ajoutons à l'effectif de l'intérêt 2, car nous considérons que s'il souhaitait marquer une position centrale il aurait choisi la valeur 3 (Figure 7).

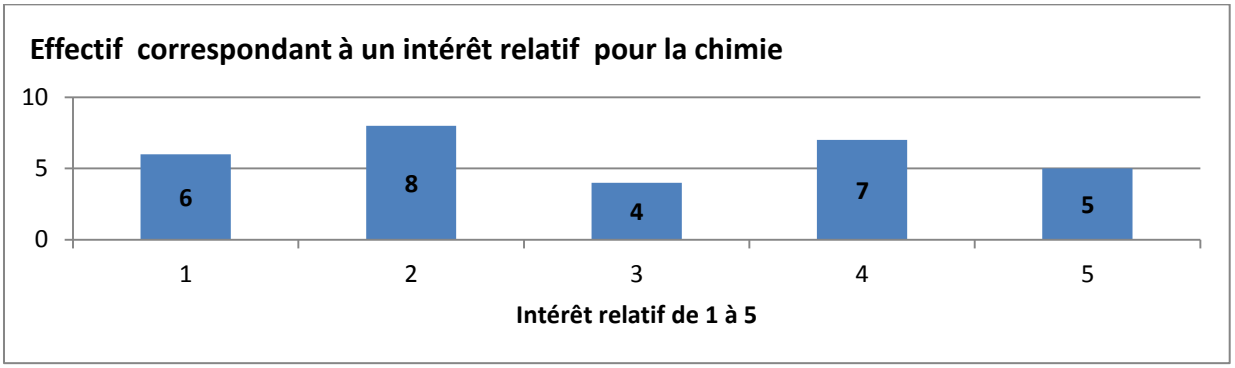


Figure 7 : Répartition de l'effectif de l'intérêt relatif pour la chimie

Plus de la moitié de la population exprime un intérêt marqué pour la chimie, c'est-à-dire un intérêt supérieur ou égal à 3 sur une échelle de 5.

Intérêt relatif pour la physique différent selon les étudiants

34 étudiants déclarent un intérêt relatif pour la physique dont 2 ont un intérêt extrêmement fort pour la physique (chiffre de l'intérêt = 5/5), 10 étudiants ont un intérêt beaucoup plus fort pour la physique (4/5), 8 étudiants ont plus d'intérêt pour la physique (3/5), 7 ont plutôt un intérêt pour la physique (2/5), 6 ont un peu plus d'intérêt pour la physique (1/5), et 1 étudiant a un intérêt entre (3 et 4). Pour ce dernier étudiant, nous l'ajoutons à l'effectif de l'intérêt 4, car s'il souhaitait marquer une position centrale il aurait choisi la valeur 3 (figure 8).

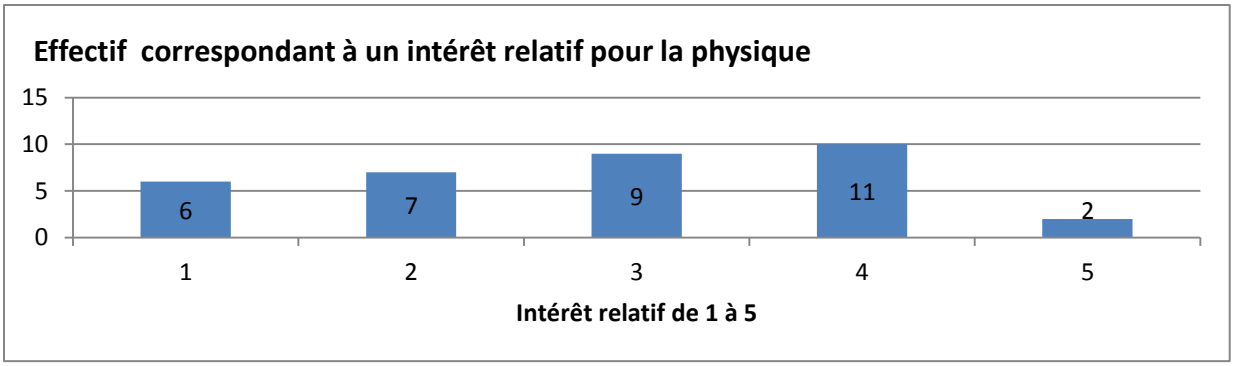


Figure 8 : Répartition de l'effectif de l'intérêt relatif pour la physique

Comme pour la chimie, plus de la moitié de l'effectif exprime un intérêt marqué pour la physique, c'est-à-dire supérieur ou égal à 3 sur une échelle de 5.

Moments de construction d'un intérêt relatif : plutôt à l'université chez tous les étudiants, (IRP, IRC, et Z)

Nous présentons d'abord le moment de construction d'un intérêt relatif.

Parmi les quatre moments où l'intérêt relatif se construit :

- l'université est le moment le plus mentionné par les étudiants : 24/72 étudiants indiquent que l'université comme moment de construction de leur intérêt relatif ;

- 20/72 étudiants mentionnent que la construction de leurs intérêts relatifs est très tôt : 8/20 étudiants au collège et 12/20 étudiants au lycée ;

- 9/72 étudiants précisent que la classe préparatoire est le moment qui fonde leur intérêt relatif ;

- 19/72 étudiants ne donnent pas de réponse.

Nous allons ensuite chercher à savoir si la construction d'un intérêt relatif pour la physique se construit au même moment que celui de la chimie.

Moment de construction d'un intérêt relatif pour la chimie : marqué avant l'université et pendant l'université

Nous présentons dans le tableau 11 l'effectif des étudiants d'IRC pour chaque moment de construction de leurs IRC. Notons que 8 étudiants ne précisent pas le moment de construction de leurs IRC.

Moment	Sans réponse	Collège	Lycée	Classe préparatoire	Université
Effectif (IRC)	8	4	4	2	12

Tableau 11. Effectif des étudiants dans chaque moment concernant la construction de l'intérêt relatif pour la chimie

Nous repérons que l'effectif « post baccalauréat » c'est-à-dire « Classe prépa + Université » est le plus marqué pour la construction d'un intérêt relatif pour la chimie. Le moment de construction de l'intérêt relatif peut-être lié à la spécialisation en université. En effet, nous avons repéré que 4 étudiants (ca9, ca11, cb28, cd18) ont une licence en chimie alors que 7

étudiants (cc3, cc8, cd4, cd6, cd16, cd23, cd29) ont licence en physique-chimie et un étudiant (cd26) ne donne pas de réponse.

Moment de construction d'un intérêt relatif pour la physique : plus marqué à l'université

Nous présentons dans le tableau 12 l'effectif des étudiants d'IRP dans chaque moment de la construction de l'intérêt relatif pour la physique. A noter qu'il y a 4 étudiants qui ne précisent pas le moment de construction de leurs IRP.

Moment	Sans réponse	Collège	Lycée	Classe préparatoire	Université
Effectif (IRP)	4	4	8	6	12

Tableau 12. Effectif des étudiants dans chaque moment concernant la construction de l'intérêt relatif pour la physique

Nous repérons que l'effectif post-bac (Université + classe prépa), est aussi le plus marqué pour la construction d'un intérêt relatif pour la physique.

En effet, un étudiant a une licence « physique » et un master en « physique théorique » et un autre a une licence en physique-chimie et une maîtrise en physique et 8 étudiants ont une licence en physique-chimie et 2 étudiants ne donnent pas de réponse.

Moment de construction d'un intérêt égal

Nous avons repéré que 8 étudiants ont un intérêt relatif égal Z. Ils ne donnent pas de réponses sur le moment de construction de cet intérêt égal. Nous avons trouvé que 7/8 étudiants ont une licence en physique-chimie et 1/8 déclare qu'il a passé le concours CAPLP physique-chimie et qu'il a licence en chimie.

En résumé, l'intérêt relatif pour une des deux disciplines se construit principalement après le baccalauréat (18/34 pour la physique et 14/30 pour la chimie).

Conscience disciplinaire repérable et différente

Nous présentons dans cette partie l'analyse de la conscience disciplinaire chez les étudiants d'IRC, d'IRP, Z (§ 1.1.3). Nous nous appuyons sur l'analyse des réponses des étudiants pour expliquer leurs intérêts disciplinaires et leurs intérêts relatifs dans le questionnaire A. Nous présentons aussi de manière plus fine l'analyse de la conscience disciplinaire de 6 étudiants avec lesquels un entretien a été mené suite au questionnaire.

Repérage de forte et/ou de faible conscience disciplinaire

Nous donnons d'abord des exemples explicatifs de ces deux termes : forte et faible conscience disciplinaire. Nous illustrons ensuite chaque forme d'expression de conscience disciplinaire.

Les formes de la conscience disciplinaire sont présentées dans le tableau 13 (§ 1.1.3 & 3.6.1).

Formes de la conscience pour la chimie	**Formes de la conscience pour la physique**
Structure de la chimie	Structure de la physique
Représentation de l'épistémologie de la chimie	Représentation de l'épistémologie de la physique

Objets de l'étude de la chimie	Objets de l'étude de la physique
Relations de la chimie avec les disciplines voisines	Relations de la physique avec les disciplines voisines
L'utilité de la chimie dans la vie quotidienne	L'utilité de la physique dans la vie quotidienne

Tableau 13. Formes de la conscience pour la chimie et la physique

Nous illustrons maintenant chaque forme de conscience à l'aide d'un exemple. Ensuite, nous qualifions cette conscience de forte ou faible : par « fort » nous entendons « compatible avec notre propre point de vue » et inversement pour le qualificatif « faible ». En ce sens il possède un côté arbitraire que nous allons essayer de compenser en explicitant les interprétations que nous avons faites.

La forme « structure » regroupe les réponses prenant en compte la représentation de la discipline. Par exemple « La chimie elle reste relativement qualitative et descriptive » (pc20).

Nous considérons que c'est une forme de faible conscience pour la chimie car, pour nous, il y a aussi l'aspect quantitatif en chimie.

Concernant la forme « épistémologie » les exemples suivants donnent une forme de faible conscience : pour la chimie « La chimie est microscopique » (pe7) et pour la physique « La physique est trop abstraite » (cd4). En effet, la chimie se situe aussi à l'échelle macroscopique (les couleurs de solutions) et nous considérons que la physique s'inscrit aussi dans le concret.

La forme « objets de l'étude de la discipline » consiste à exprimer les objets sur lesquels portent la discipline. Par exemple, la réponse « Comment l'univers fonctionne ? Quelles sont les lois qui régissent le mouvement ? Que de questions intéressantes !!! » (pc6) est une forme de forte conscience pour la physique. De plus, la chimie est intéressante par « la matière, les réactions » (cc22). C'est une forme de forte conscience pour la chimie.

L'exemple suivant nous montre que l'étudiant n'arrive pas à saisir les objets d'étude de la chimie ce qui nous donne une forme de faible conscience pour la chimie : « Cette différence est apparue en terminale avec l'application de réaction d'oxydoréduction car j'avais un blocage sur la différence entre oxydant et réducteur » (pb30).

La forme « relations de la discipline avec les disciplines voisines » comprend les réponses évoquant des relations entre physique ou chimie avec les autres disciplines. L'exemple suivant montre une forme de faible conscience concernant les relations entre physique et mathématique : « La physique est trop calculatoire » (ca7).

La forme « la vie quotidienne » regroupe les réponses prenant en compte l'utilité de la physique ou de la chimie dans la vie courante. L'exemple suivant nous donne une forme de forte conscience sur la relation entre physique et vie quotidienne : « J'aime bricoler (mécanique auto, travaux manuels, programmation informatique). La physique s'impose du fait » (pb2). Pour la chimie « le lien avec le médicale, l'industrie » (cc22). A travers la réponse suivante « Quel est l'intérêt de faire un dosage ? De faire des synthèses ? » (Réponse de l'étudiant pe7) l'étudiant qui exprime par ailleurs un intérêt relatif pour la physique dit qu'il ne sait pas pourquoi on fait des dosages ou des synthèses en chimie. Nous considérons que cet étudiant a une forme de faible conscience disciplinaire.

Nous allons présenter les résultats de la conscience disciplinaire chez chaque groupe d'étudiants d'IRC, d'IRP, et Z.

Des formes de forte et/ou de faible conscience disciplinaire chez les étudiants d'IRC

Nous présentons ici la conscience disciplinaire chez les étudiants qui ont déclaré un intérêt relatif pour la chimie. Nous présentons ensuite des exemples d'expression de cette conscience à travers l'analyse des entretiens avec trois étudiants.

Des formes de forte conscience pour la chimie et des formes de faible conscience pour la physique chez les étudiants d'IRC

Nous présentons ici les résultats relatifs à l'analyse de la conscience disciplinaire chez les 30 étudiants d'IRC d'après le questionnaire A.

L'analyse des réponses des étudiants d'IRC, montre des formes de conscience disciplinaire chez 24 étudiants. Par contre, six étudiants[43] (ca11, ce14, cd15, cb25, cd26, cd18) n'expriment pas de conscience disciplinaire dans le questionnaire.

Le tableau ci-dessous présente la répartition d'une ou plusieurs formes de forte et/ou de faible conscience disciplinaire par étudiant (tableau 14). En effet, nous avons trouvé :

Effectifs étudiants	**Nombre d'expression de conscience disciplinaire**
1 : (cc22)	Deux formes de forte conscience chimie
3 : (cb1, cd19, ce2)	Une forme de forte conscience chimie
5 : (ce2, ca7, ca9, ca10, cd23)	Une forme de forte conscience chimie et une forme de faible conscience physique
1 : (ce20)	Une forme de forte conscience chimie et deux formes de faible conscience physique
3 : (cd6, ce21, cb30)	Une forme de forte conscience chimie et une forme de forte conscience physique
1 : (cb5)	Une forme de forte conscience chimie et une forme de forte conscience physique et une forme de faible conscience physique
7 : (cc8, cb12, cd16, cb17, cc27, cb28, cd29)	Une forme de faible conscience physique
2 : (cc3, cd4)	Deux formes de faible conscience physique
1 : (ca13)	Une forme de forte conscience physique et deux formes de faible conscience physique

Tableau 14. Répartition de formes de la conscience disciplinaire chez chaque étudiant d'IRC (Nb=30)

Pour mieux se représenter les résultats, nous avons réalisé la figure 9. Dans cette figure un individu est représenté par une ellipse. A l'intérieur, un gros cercle correspond à l'expression d'une forme de forte conscience disciplinaire et un petit cercle représente une forme de faible

[43] Les 6 étudiants déclarant un intérêt relatif pour la chimie et qui n'expriment pas de conscience disciplinaire en chimie dans le questionnaire, sont traités comme des étudiants d'affinité « chimie » car ils déclarent au moins un intérêt relatif pour la chimie. Nous pouvons supposer que les entretiens, plus précis, auraient peut-être permis de repérer leur conscience disciplinaire en chimie.

conscience disciplinaire. Par rapport aux couleurs, le bleu correspond à la chimie et le rouge à la physique.

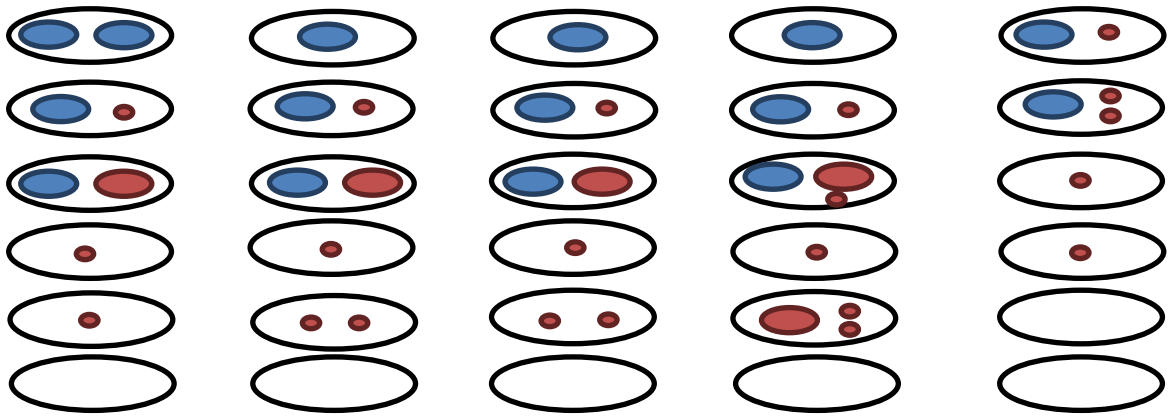


Figure 9 : La conscience disciplinaire chez chaque individu déclarant un intérêt relatif pour la chimie

A travers la figure 9, nous repérons qu'il n'existe pas de cercle petit en bleu, ce qui signifie qu'aucun étudiant déclarant un intérêt relatif pour la chimie n'exprime une forme de faible conscience pour la chimie. Ce schéma montre que les étudiants d'IRC ont une conscience disciplinaire forte pour la chimie. Ce résultat renforce la cohérence de la définition de l'affinité disciplinaire, que nous avons déterminée comme étant composée de l'intérêt pour la discipline et de la conscience disciplinaire (§ 1.2.1 & 2.5, Q1). Les étudiants d'affinité relative chimie ont une forte conscience disciplinaire en chimie.

Pour aller plus loin, nous avons réalisé trois entretiens avec trois étudiants d'IRC qui expriment des formes de consciences disciplinaires différentes dans le questionnaire : cb30 exprime une forme de forte conscience pour la chimie et une forme de forte conscience pour la physique (transcription de l'entretien se trouve dans l'annexe 6.1), cc3 exprime une forme de faible conscience pour la physique (transcription de l'entretien se trouve dans l'annexe 6.4) et cd29 a deux formes de faible conscience pour la physique. A travers ces entretiens, nous voulons compléter l'étude de leur conscience disciplinaire et vérifier que les données recueillies par questionnaires sont bien représentatives de leur conscience.

Une grande conscience en chimie chez les étudiants d'IRC : trois exemples à travers les entretiens

Nous donnons ici des exemples concernant trois étudiants avec qui nous avons mené des entretiens après qu'ils aient répondu à notre questionnaire. Les citations sont tirées de leurs réponses pendant les entretiens.

Dans un premier temps, cb30 considère que la chimie est la science de « la matière et les molécules » alors que la physique est la science qui traite des « phénomènes ». Il pense que la chimie se situe beaucoup plus à l'échelle microscopique et possède un caractère abstrait car selon lui, la chimie permet de voir ce qu'il se passe dans une solution quand on fait un mélange de deux solutions (couleurs par exemple) mais sans pouvoir voir vraiment les entités microscopiques. Selon lui, les mesures en chimie permettent de confirmer la présence

d'éléments dans la solution finale « […] je pense que si je rajoute ça et ça, ça va former un acide, on va pouvoir mesurer le PH, ah oui, c'est bien un acide » (E avec cb30, annexe 6.1, phrase 26). Il articule parfaitement en chimie le monde microscopique et le macroscopique. Il pense que la physique se situe beaucoup plus à l'échelle macroscopique et qu'elle est plus concrète parce que c'est l'étude des phénomènes observables. Il donne un exemple concernant le circuit électrique : « c'est vraiment l'étude des phénomènes qu'on peut observer, donc ça va être un mouvement, ça va être… ce qui va se passer dans un circuit électrique. Euh… c'est pareil, c'est mesurable, comme grandeur et c'est peut-être plus concret vraiment que la chimie… » (E avec cb30, annexe 6.1, phrase 30). Selon lui, les justifications de ces mouvements sont beaucoup plus mathématiques en physique et la modélisation en physique est beaucoup plus abstraite qu'en chimie.

Dans les réponses de cb30 à notre questionnaire, nous avons trouvé qu'il exprime une forme de forte conscience en chimie et une forme de forte conscience physique. A travers l'entretien, il semble que cb30 a une conscience disciplinaire beaucoup plus développée pour la chimie que pour la physique parce qu'il donne des exemples correspondant à la chimie : on peut regarder la solution (la chimie est concrète dans ce cas-là) mais sans pouvoir suivre ce qui est dans (la chimie est abstraite dans ce cas-là), la chimie se situe dans ce cas plus à l'échelle microscopique (atome), la modélisation en chimie est plus concrète qu'en physique où il existe dans cette dernière des mathématiques plus développées (§ introduction). Il dit qu'on peut voir en physique ce qu'il se passe dans un circuit électrique ce qui est vrai dans certaines conditions (voir la lampe qui allume par exemple) mais faux dans d'autres car on ne peut pas voir par exemple l'électron quand il circule dans le circuit électrique.

L'étudiant cc3 pense que la chimie correspond à tout ce qui est lié aux modèles moléculaires, aux mécanismes réactionnels. Elle permet de comprendre les objets qui sont à la fois énergétique, écologique et le développement industriel de tel type de réaction. Pour lui, la chimie au niveau microscopique (abstrait pour lui), elle est aussi un peu quantique et se situe à l'échelle macroscopique (concret pour lui) dans les produits chimiques comme les polymères et dans les propriétés physiques : « Alors, microscopique, typiquement euh… on pourrait voir la chimie comme des mécanismes réactionnels avec tout ce qui est recouvrement orbitélaire et toute la chimie un peu quantique. Au niveau macro, après on peut partir sur tout ce qui est polymère, notamment propriété physique d'une molécule chimique. […] » (E avec cc3, annexe 6.4, phrase 64). Il situe la physique sur les échelles microscopiques et macroscopiques et dans sa dissension à la fois concrète et abstraite. Il explique que la physique devient des mathématiques car selon lui, les phénomènes en physique sont « cachés » par des notions mathématiques « une fois arrivé à l'université […], en physique malheureusement on s'est très rapidement arrêté après quelques petits exemples à l'utilisation d'outils mathématiques dont on maîtrisait pas du tout. Et du fait qu'on maîtrisait pas du tout ces outils, ça a rendu la physique totalement obscure. Donc, on s'est arrêté en physique à compter, alors qu'en chimie on voyait les phénomènes » (E avec cc3, annexe 6.4, phrase 30). Il précise que la physique est dans l'abstrait dans le cas de calculs de « tension dans un circuit électrique » et elle est dans le concret dans le cas de l'optique avec l'utilisation des lunettes. Pour lui, la physique est plus dans le microscopique dans le cas de la physique quantique et elle est plus dans le macroscopique dans l'étude de la thermodynamique.

Dans le questionnaire, nous avons repéré juste une expression de faible conscience physique. A travers l'entretien, nous observons que cc3 peut lier beaucoup plus la chimie à la vie quotidienne que la physique. En revanche, il lie la physique beaucoup plus aux mathématiques et il ne donne pas beaucoup d'exemple sur ses liens avec la vie quotidienne (§ 1.1.3). Il semble qu'il a une conscience plus forte pour la chimie que pour la physique.

cd29 s'intéresse davantage à la chimie au cours de ses études supérieures parce qu'il considère la physique plus « calculatoire » que la chimie. Pour cd29, ce qui explique son plus grand intérêt pour la chimie c'est d'appréhender, par exemple, le concept de « mole » et plus profondément de comprendre « les mécanismes des interactions et rattacher cela à la vie quotidienne » comme dans le cas des méthodes qui peuvent trouver des applications industrielles. Selon lui, la chimie est une science qui essaie d'expliquer les lois de la nature dans une approche microscopique. Il y a des phénomènes liés à l'aspect macro, par exemple le « changement de couleur ». D'après lui, la chimie est dans le concret parce qu'il y a « des choses qu'on voit et liées au quotidien », et la physique concerne l'étude de phénomènes naturels qui nous entourent et les physiciens essaient de les expliquer « observer un phénomène, modéliser, expliquer ». Nous pouvons conclure que cd29 a une conscience disciplinaire plus approfondie en chimie qu'en physique.

A travers les entretiens, nous avons repéré que trois étudiants ont une plus grande conscience pour la chimie que pour la physique ce qui est cohérent avec leurs intérêts relatifs pour la chimie et cohérent avec les résultats obtenus par questionnaire.

Des formes de forte et/ou de faible conscience disciplinaire chez les étudiants d'IRP

Nous présentons ici la conscience disciplinaire chez les étudiants qui ont déclaré un intérêt relatif pour la physique. Nous présentons ensuite des exemples de cette conscience à travers l'analyse de trois entretiens avec des étudiants.

Des formes de forte conscience pour la physique et de faible conscience pour la chimie chez les étudiants d'IRP

Nous présentons ici les résultats relatifs à l'analyse de la conscience disciplinaire chez 34 étudiants d'IRP d'après le questionnaire A.

Nous avons trouvé des formes de conscience chez 29 étudiants, alors que cinq étudiants (pd5, pb14, pb21, pc25, pc32) n'expriment pas de conscience disciplinaire.

Le tableau 15 présente la répartition d'une ou plusieurs formes de forte et/ou de faible conscience disciplinaire pour chaque étudiant.

Effectif : (étudiants)	**Formes de conscience disciplinaire**
4 : (pe11, pb13, pd28, pb33)	Une forme de forte conscience physique
1 : (pd4)	Deux formes de forte conscience physique
4 : (pe7, pd12, pe16, pc34)	Une forme de forte conscience physique et chimie et une forme de faible conscience chimie
2 : (pc9, pa19)	Une forme de forte conscience physique et une forme de faible conscience chimie
1 : (pc6)	Une forme de forte conscience physique et deux formes

	de faible conscience chimie
1 : (pb2)	Deux formes de forte conscience physique et deux formes de faible conscience chimie
4 : (pb15, pe18, pb22, pe31)	Une forme de forte conscience physique et une forme de forte conscience chimie
1 : (pb10)	Deux formes de forte conscience physique et une forme de forte conscience chimie
1 : (pd29)	Une forme de forte conscience physique et deux formes de forte conscience chimie
1 : (pc27)	Deux formes de forte conscience physique et deux formes de forte conscience chimie
6 : (pb30, pa23, pc24, pe1, pc17, pb26)	Une forme de faible conscience chimie
1 : (pd3)	Une forme de forte conscience physique et une forme de forte conscience chimie et une forme de faible conscience physique
1 : (pd8)	Une forme de forte conscience chimie et une forme de faible conscience physique et deux formes de forte conscience physique
1 : (pc20)	Une forme de faible conscience chimie et deux formes de forte conscience physique

Tableau 15. Répartition de formes de la conscience disciplinaire chez chaque étudiant d'IRP (Nb=34)

A partir de ce tableau, nous représentons la conscience disciplinaire chez chaque individu déclarant un intérêt relatif pour la physique (figure 10).

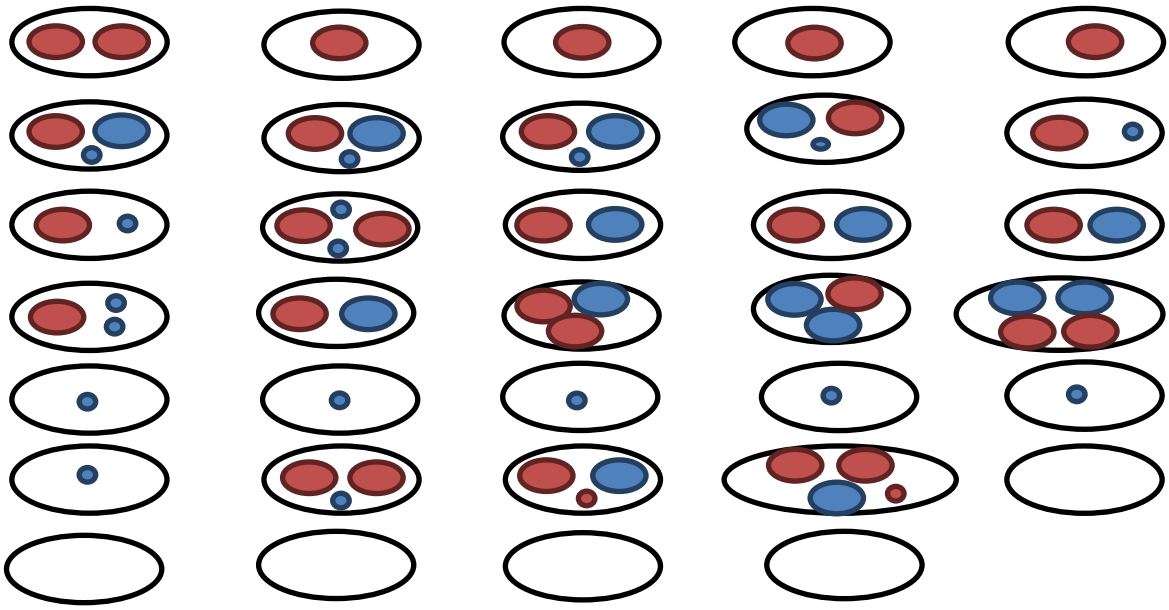


Figure 10 : La conscience disciplinaire chez chaque individu déclarant un intérêt relatif pour la physique

A travers la figure 10, il y a peu d'étudiants déclarant un intérêt relatif pour la physique qui expriment une forme de faible conscience pour la physique (petit cercle rouge). En effet, deux

étudiants expriment une forme de faible conscience physique mais ils expriment au moins une forme de forte conscience physique.

En résumé, les étudiants d'IRP ont une conscience disciplinaire développée pour la physique. Là encore, l'intérêt disciplinaire et la conscience disciplinaire sont corrélés, ce qui renforce la cohérence du concept d'affinité disciplinaire défini comme constitué de l'intérêt et de la conscience disciplinaires (§ 1.2.1 & 2.5, Q1).

Pour aller plus loin, nous avons réalisé trois entretiens avec trois étudiants qui expriment des formes de consciences disciplinaires différentes exprimées dans le questionnaire : pb33 exprime une forme de forte conscience pour la physique (transcription de l'entretien se trouve dans l'annexe 6.2), pc34 exprime une forme de forte conscience physique et une forme de forte conscience chimie et une forme de faible conscience pour la chimie, et pc6 exprime une forme de forte conscience physique et deux formes de faible conscience pour la chimie(transcription de l'entretien se trouve dans l'annexe 6.3). A travers ces entretiens, nous voulons étudier plus profondément leur conscience disciplinaire et vérifier que les données recueillies par questionnaires sont représentatives de leur conscience.

Une grande conscience pour la physique chez les étudiants d'IRP : trois exemples

Nous donnons ici trois exemples d'étudiants qui ont mené des entretiens après avoir répondu à notre questionnaire. Les citations sont tirées de leurs réponses pendant les entretiens.

Dans un premier temps, pb33 considère que la chimie s'intéresse aux transformations de la matière et se situe entre l'échelle microscopique et macroscopique. Selon lui, elle est beaucoup plus dans le concret : on peut observer les changements dans la plupart de réactions chimiques et il existe des réactions visibles dans la vie quotidienne comme dans le cas de la cuisine. En revanche, la physique est la description mathématique de l'univers « […] C'est l'interprétation mathématique des lois de l'univers, comment est-ce que ça fonctionne en fait. On observe des phénomènes et on arrive à les paramétrer avec les mathématiques et en déduire certaines lois et prédire certains phénomènes […] » (E avec pb33, annexe 6.2, phrase 33). Mais, il a « horreur de la chimie organique ». Il pense que la chimie organique nécessite de nombreuses mémorisations concernant les mécanismes où il y a beaucoup de cas spécifiques et il n'existe pas beaucoup de « calculs » car il aime les calculs. Selon lui, il faut apprendre chaque cas « par cœur » car il n'existe pas forcement de « raisonnement derrière ». Par ailleurs, il estime que la physique se situe dans les deux niveaux abstrait et concret « […] je trouve ça vraiment concret, vraiment très concret pour la plupart des théories qu'on voit au niveau de la licence, la mécanique newtonienne ou des choses comme ça. Après, la mécanique quantique, bon ça devient un peu moins concret puisque justement ce n'est pas des choses qu'on peut observer directement. On peut observer certaines conséquences, mais bon ça devient un peu plus abstrait, mais…en fait ouais, c'est abstrait, je pense, mais on fait quand même des observations qui nous confirment ce qu'on a prédit théoriquement. Et donc, ça rentre quand même un peu dans le concret […] » (E avec pb33, annexe 6.2, phrase 33).

Selon lui, la physique se situe entre les deux échelles microscopique et macroscopique et dans l'échelle submicroscopique[44] concernant la mécanique quantique : « […] puisque la

[44] Qui ne peut être observé à l'aide d'un microscope : http://www.cnrtl.fr/definition/submicroscopique

mécanique quantique, ça s'intéresse au déplacement des particules à une échelle de la taille en dessous du microscopique. Donc, tout dépend de ce qu'on étudie, mais c'est pareil, c'est sûrement…on serait dans les deux domaines…» (E avec pb33, annexe 6.2, phrase 33).

Sa conscience pour la physique est beaucoup plus importante que pour la chimie, même si la position qui consiste à considérer la mécanique newtonienne dans le domaine du concret plutôt que dans les deux domaines concret et abstrait peut être discutée.

L'étudiant pc6 indique que la chimie est la science de la transformation de la matière. Il pense que c'est l'étude des phénomènes qui nous entourent : savoir le contenu de telle solution, savoir que les polymères constituent la carcasse d'un téléphone par exemple. Il explique que la chimie se situe à l'échelle macroscopique quand on voit par l'œil « changement de couleur lors de dosage colorimétrique » et dans l'échelle microscopique lorsqu'on ne voit pas. Il ne perçoit pas l'utilité de certains concepts en chimie, ni leur explication « […] les concepts de potentiel, de variation de potentiel, pourquoi on a une variation de potentiel, pourquoi euh… pourquoi a-t-on une oxydation toujours à l'anode, pourquoi a-t-on une réduction toujours à la cathode. Je trouve que ça peut être tout ce qui va être, toutes les fioritures qu'on a autour de la chimie qui euh… qui sont… qui peuvent être un petit peu difficiles et puis du coup qui semblent abstraites » (E avec pc6, annexe 6.3, phrase 69). Il explique que la physique est la science qui étudie des lois et des concepts qui régissent « notre mouvement ou la vie sur la terre ». Selon lui, les objets de l'étude de la physique sont la maîtrise de « concepts fondamentaux et l'explication des phénomènes de façon scientifique ». Il situe la physique à l'échelle microscopique et macroscopique : l'échelle microscopique est comprise dans le sens où on ne voit pas par l'œil (comme les champs vectoriels, électriques) ; l'échelle macroscopique est comprise dans le sens de tout ce que l'on voit. Il explique aussi que la physique se situe dans le concret et l'abstrait (concrète dans l'étude des mouvements des planètes ; abstraite dans le sens de l'étude de la relativité restreinte ou autres) : « […] bon la physique concrète, ben c'est vraiment l'étude des mouvements, l'étude des mouvements des planètes, l'étude des forces, voilà. Après, ce qui pourrait être un peu plus abstrait c'est quand on aborde la relativité restreinte d'Einstein ou d'autres concepts qui sont quand même assez difficiles à comprendre en fait, pour nous comme pour les élèves » (E avec pc6, annexe 6.3, phrase 75).

Il semble que pc6 a beaucoup plus de conscience en physique qu'en chimie, même si la position qui consiste à considérer les champs dans le domaine du monde microscopique plutôt que dans le monde des théories et des modèles est discutable. Il voit que la physique est plus concrète que la chimie, étant donné ses utilisations dans la vie quotidienne : « Ben ce que j'entends par concret, c'est que vraiment ça traite de la vie quotidienne, c'est euh…si on étudie le poids, et bien oui euh…c'est la force qui s'exerce entre deux objets. Donc, c'est euh… c'est la vie quotidienne quoi. Alors que je trouve que la chimie, c'est peut-être moins la vie quotidienne dans la manière où on le voit à l'université. Je trouve que ça a moins trait à la vie quotidienne » (E avec pc6, annexe 6.3, phrase 27). Il a une faible conscience de l'existence de la chimie dans la vie quotidienne (médicaments, produits industriels, cuisine) malgré son exemple sur les polymères. Il comprend moins les procédures chimiques et les objets de l'étude de la chimie, comme par exemple les réactions sur l'anode.

L'étudiant pc34 pense qu'il reste « beaucoup plus de choses à faire » dans la recherche en physique qu'en chimie. L'histoire des sciences est également plus riche en physique notamment concernant « les thèmes abordés au lycée et à l'Université ». Selon lui, la mécanique est plus « mathématisée et formalisée » que la chimie. Cette dernière demande beaucoup de manipulations minutieuses, une mesure pouvant nécessiter jusqu'à deux fois ou trois ajustements pour prélever une quantité de matière. Selon lui, la physique s'intéresse à « expliquer et formaliser les phénomènes », et l'objet d'étude de la physique est « l'univers », et elle est plus observable, s'attachant beaucoup plus à l'échelle macroscopique. La chimie, quant à elle, s'intéresse aux atomes et aux molécules, et plus particulièrement à l'échelle microscopique-macroscopique et elle décrit simplement les phénomènes c'est-à-dire « comment faire une réaction et pourquoi faire cela ? ». pc34 semble ainsi avoir une conscience disciplinaire plus approfondie en physique qu'en chimie.

A travers les entretiens, nous avons repéré que trois étudiants ont une plus grande conscience pour la physique que pour la chimie ce qui est cohérent avec leurs intérêts relatifs physique (§ 1.2.1 & 2.5, Q1) et cohérent avec les résultats obtenus par questionnaire.

Cas des étudiants ayant un intérêt égal pour les deux disciplines : une conscience égale pour la physique et la chimie

Nous présentons ici l'analyse de la conscience disciplinaire chez 8 étudiants qui ont déclaré un intérêt relatif égal (Z pour zéro).

L'analyse des réponses des étudiants Z, montre une forme de forte conscience pour la physique et une forme de forte conscience pour la chimie chez 5 étudiants alors que 3 étudiants (z2, z4, z7) n'expriment pas de conscience disciplinaire. Par contre, nous n'avons repéré aucun cas d'expression de faible conscience pour la physique ou pour la chimie.

Ces étudiants montrent une forme de forte conscience pour la physique et une forme de forte conscience pour la chimie ce qui correspond à leur intérêt relatif égal pour la physique et la chimie. Donc, ils ont une affinité égale.

Indicateurs de l'affinité disciplinaire

Nous présentons dans cette partie un des indicateurs de l'affinité disciplinaire (§ 1.2.1) celui des formations scolaires suivies par les étudiants qui ont répondu à notre questionnaire. A travers les entretiens que nous avons menés avec six étudiants, nous cherchons également s'il existe un lien entre l'affinité disciplinaire et l'orientation dans le choix de formation.

Nous présentons dans le tableau 16 l'effectif total des étudiants d'Affinité « Chimie » (AC), d'Affinité « Physique » (AP), d'affinité égale (Z), concernant leurs formations scolaires à partir du baccalauréat. Des étudiants n'ont pas indiqué leur formation à des moments donnés.

Effectif des étudiants= 72	**Bac S**	**Licence physique-chimie**	**Licence physique**	**Licence chimie**	**Souhaite passer le CAPES**	**Souhaite passer l'agrégation physique**	**Souhaite passer l'agrégation chimie**
AC (Nb=30)	26	18		8	26		3
AP	27	22	10		31	5	

(Nb=34)							
Z (Nb=8)	7	7			8		
Total	60	47	10	8	65	5	3

Tableau 16. Effectif des étudiants concernant leurs formations scolaires

- 60 étudiants sur 72 interrogés (83 %) ont passé le Bac S dont 26 ont un intérêt relatif pour la chimie et 27 étudiants ont un intérêt relatif pour la physique et 7 ont un intérêt égal (zéro).

- 47 étudiants sur 72 interrogés (65 %) ont obtenu licence en physique-chimie dont 18 ont une affinité « chimie » et 22 étudiants ont une affinité « physique » et 7 ont une affinité égale zéro. Le choix de suivre la licence en physique-chimie était peut-être fondé sur le projet de devenir enseignant dans ces deux disciplines. Le choix du parcours physique-chimie n'est pas lié à une affinité égale entre physique et chimie ;

- 18 étudiants sur 72 interrogés (25 %) déclarent avoir licence dans l'une ou l'autre discipline : parmi ces 18 étudiants, 8 (44 %), ont licence en chimie dont 7 déclarent une affinité « chimie » et un étudiant déclare une affinité égale ; parmi ces 18 étudiants, 10 (55 %), ont licence en physique et déclarent une affinité « physique ». Ces résultats montrent que tous les étudiants ayant une affinité pour une des deux disciplines, suivent leurs études dans cette discipline. Il y a donc une corrélation forte entre l'affinité et le parcours de formation. Le parcours de formation Physique ou Chimie est donc un bon indicateur de l'affinité ;

- 65 étudiants sur 72 interrogés (90 %) veulent passer le CAPES : parmi ces 65 étudiants, 26, ont une affinité pour la chimie et 31, ont une affinité pour la physique et 8 ont une affinité égale ;

- 3 étudiants d'AC sur 30 étudiants (10 %) veulent passer l'agrégation (option : chimie) : ca10 et cd18 ont licence chimie et cb5 a licence physique-chimie. Et, 5 étudiants d'AP sur 34 étudiants (15 %) veulent passer l'agrégation (option : physique) : pa20 a licence physique, 3 étudiants ont un intérêt relatif (4) pour la physique et ils ont les formations suivantes (pb10 étudiait à l'école polytechnique (génie électrique), pb22 a licence physique-chimie, pb35 a licence en physique), et le dernier étudiant a un intérêt relatif de (3) pour la physique et a passé une licence de physique. Ces résultats montrent une corrélation entre l'affinité disciplinaire et l'option de l'agrégation choisie.

A travers cette étude, nous voyons que les formations sont orientées vers les sciences dès le baccalauréat. Nos résultats montrent une corrélation entre l'affinité disciplinaire et le choix de la licence (chimie ou physique) et/ou l'option de l'agrégation. Le choix de la licence physique-chimie n'est pas nécessairement lié à une affinité égale des étudiants. La discipline choisie en licence disciplinaire et l'option de l'agrégation sont de bons indicateurs de l'affinité (§ 1.2.1).

Par ailleurs, l'analyse des entretiens menés avec 6 étudiants, permet de confirmer, chez trois étudiants que l'affinité disciplinaire influence le choix de formations universitaires. Pour les trois autres nous n'avons pas d'information :

- cc3 déclare que son intérêt pour la chimie ainsi que son intérêt pour des parties de la physique l'a guidé pour suivre la licence en physique-chimie ;

- l'intérêt pour la physique de pb33, l'a guidé pour suivre des formations en physique. Il s'intéresse à l'étude théorique en physique dans le cas de la mécanique quantique et il a

dessiné dans sa tête son parcours de licence jusqu'à la thèse en physique car il voulait devenir un enseignant chercheur en physique ;

- pc6 explique qu'il est plus attiré par la physique et par ses phénomènes depuis son enfance. Il précise que son intérêt pour la physique l'a guidé pour faire des formations même si l'intitulé de la licence est « sciences physiques ».

Les entretiens menés avec 6 étudiants, montrent que pour trois d'entre eux (cc3, pb33, pc6) l'affinité oriente le choix des formations (§ 1.2.1). Il confirme également que le choix de la filière physique chimie ne correspond pas nécessairement à une affinité relative égale.

Déterminants de la genèse de l'affinité disciplinaire

Nous présentons dans cette partie l'effet de deux déterminants dans la construction de l'affinité disciplinaire : l'enseignement reçu et les ressources (§ 1.2.1).

Enseignement reçu

Nous avons cherché dans les réponses des étudiants sur la question 3 et 4 du questionnaire A si l'enseignement reçu a un rôle dans l'émergence de l'affinité disciplinaire. Il peut s'agir d'un rôle positive (enseignant transmet l'affinité pour une discipline) ou d'un rôle négative (enseignant ne transmet pas l'affinité pour une discipline). Nous avons repéré 19 citations dans les réponses des étudiants concernant l'enseignement reçu, parmi les 72 étudiants interrogés.

Chez les étudiants d'affinité « chimie » : un bon enseignement reçu en chimie et un faible enseignement reçu en physique

Nous présentons ici les exemples repérés dans les réponses des étudiants d'affinité « chimie » concernant l'enseignement reçu en chimie et en physique.

Nous avons repéré huit citations qui illustrent la transmission de l'affinité pour la chimie ou la physique.

Cinq étudiants sur huit précisent qu'ils avaient de bons professeurs en chimie qui leur ont transmis l'affinité pour la chimie :

- deux étudiants reconnaissent avoir eu de bons professeurs en chimie au supérieur ce qui a accru leur intérêt relatif pour la chimie plutôt que pour la physique : cb30 précise qu'en CPGE « Mon prof de chimie était très rigoureux et je comprenais bien cette matière », cd26 « les professeurs de physique que j'ai eu étaient moins pédagogiques que ceux de chimie » ;

- deux étudiants déclarent avoir eu de bons professeurs ce qui a accru leur intérêt pour la chimie au lycée, devenu moyen et fort : cd 26 « En 1S, j'ai croisé le chemin d'une prof super », et ca11 avait « de bon professeur » en chimie ;

- cc27 dit qu'il avait de « bons professeurs » à l'université.

En revanche, un seul étudiant précise qu'il avait une faible affinité pour la chimie en collège à cause de son enseignant : ce20 « vieux profs ».

Par ailleurs, un étudiant cc27 indique que son affinité pour la physique diminue pour devenir très faible à l'université à cause de ses enseignants « mauvais professeurs » alors que l'affinité

de cd26 augmente pour la physique au lycée grâce à son enseignant « En 1S, j'ai croisé le chemin d'une prof super ».

Pour aller plus loin dans la compréhension de l'effet de l'enseignant sur la transmission de l'affinité disciplinaire, nous donnons un exemple à travers l'entretien avec cb30. Il semble que ses enseignants en chimie et en physique jouent un rôle dans l'émergence de son affinité pour la chimie. Selon lui, son enseignant de physique au niveau secondaire disait beaucoup de choses oralement sans laisser du temps pour prendre des notes. cb30 ne comprenait pas l'utilisation des mathématiques en physique à cause de l'enseignant. En effet, le professeur de physique demandait aux élèves de faire des calculs sans que cb30 en comprenne l'enjeu : par exemple faire des « approximations ». Selon lui, son professeur en physique était « […] très brouillon » (E avec cb30, annexe 6.1, phrase 2).

En revanche, son professeur de chimie expliquait tout en détail. Selon lui, cet enseignant s'est concentré sur les notions importantes et faisait comprendre la raison justifiant une approximation « […] on peut faire telle approximation parce que c'est… » (E avec cb30, annexe 6.1, phrase 4). Il pense que l'enseignant joue un rôle dans l'acquisition de « recul » c'est-à-dire que l'enseignant peut expliquer l'utilisation d'une notion comme « la diffraction » et ce n'était pas dans le cas des professeurs de physique en secondaire. Mais en master 2 en physique ondulatoire, explique cb30, il avait un enseignant qui permet d'avoir de « recul » en physique ondulatoire.

Cet exemple montre que l'enseignant peut transmettre l'affinité disciplinaire quand il clarifie bien les objets de l'étude, justifie une activité, explicite l'épistémologie de la discipline (§ 1.2.1 & 2.5, Q4 & H4.a).

Chez les étudiants d'affinité « physique » : un bon enseignement reçu en physique et un faible enseignement reçu en chimie

Nous présentons ici les exemples repérés dans les réponses des étudiants d'affinité « physique » concernant l'enseignement reçu en chimie et en physique.

Nous avons trouvé neuf citations qui donnent une illustration de la transmission de l'affinité pour la chimie ou la physique.

Nous avons repéré 4 étudiants d'affinité « physique » qui expliquent s'être éloignés de la chimie à cause des enseignants : pb15 « Les raisons de ma préférence ce sont accentuées avec la prépa CPGE où j'ai eu un professeur de chimie très peu pédagogique et qui n'a pas du tout donner envie d'aimer » ; pe18 « Intérêt légèrement plus important pour la physique causé par un professeur de chimie de CPGE, tout à fait inintéressant et incompétent du point de vue pédagogique » ; pa19 « Préférence faite en classe préparatoire quand j'ai eu du mal à comprendre la rigueur du raisonnement suivi en chimie : faute souvent de rigueur dans son enseignement », pb33 déclare qu'il a des professeurs en chimie « peu intéressant au collège ».

En revanche, nous avons observé que 5 étudiants ont une affinité pour la physique dûe à l'enseignement reçu en physique : pb14 « Ma prof de physique était passionnante et elle a réussi à me transmettre cette passion pour la physique », pb21 « mon professeur de physique a vraiment su me transmettre son goût pour cette discipline (physique). C'est d'ailleurs depuis cette époque que j'ai envisagé de passer l'agrégation (puis le CAPES) et non le professorat des écoles », pa23 « Cette préférence s'est forgée au lycée et surtout en prépa, pour des

raisons de passion des professeurs et de l'avancement des sujets », pe18 « en CPGE … le professeur de physique était passionnant ». Pour pb33, ses professeurs étaient de plus et en plus intéressants et « ils ont réussi à soulever des questions sur le fonctionnement de l'univers » ce qui l'a passionné.

L'affinité peut se construire par l'enseignement reçu en tant qu'élève et en tant qu'étudiant (§ 1.2.1 & 2.5, Q4 & H4.a).

Chez les étudiants Z : bon et faible enseignement reçue en physique

Deux étudiants d'affinité égale considèrent l'enseignement reçu comme un facteur influençant l'affinité : Z7 a intérêt très fort pour la physique au collège et au lycée grâce à son enseignant de physique : « J'aime beaucoup la physique. Un prof au lycée particulièrement m'intéresse à la physique plus qu'à la chimie ». En revanche, l'intérêt de Z2 pour la physique diminue à l'université : la « cause sont les professeurs, qui m'ont donné de l'intérêt pour cette matière, mais pas plus que ça ».

Ressources pour construire l'affinité disciplinaire

Dans cette partie nous étudions la relation qui existe entre les ressources et la construction de l'affinité disciplinaire.

Nous avons cherché dans les réponses des étudiants (question 6 dans le questionnaire) s'il existe des ressources qui ont pu contribuer à fonder leur affinité pour la physique et pour la chimie. Les catégories des ressources que nous avons cherchées sont citées dans la partie (§ 3.6.1). Nous avons distingué les ressources citées par les étudiants selon ces catégories. Nous avons différencié les ressources qui ont pu fonder l'affinité « physique » et les ressources qui ont pu fonder l'affinité pour la chimie.

Nous présentons ici le nombre de déclarations d'étudiant pour chaque catégorie de ressource qui a pu fonder l'affinité « physique » et « chimie » chez tous les étudiants (voir tableau 17).

Catégories	**Sous-catégories**	**Nombre de déclarations des étudiants**
Ressources d'enseignement	En tant qu'élève ou étudiant (cours)	16 (9AP, 5AC, 2Z)
	Ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse)	8 (3AP, 4AC, 1Z)
	En tant que professeur (manuel, programme scolaire)	4 (1AP, 3AC)
Ressource de vulgarisation scientifique	Site Internet	15 (6 AP, 7AC, 2Z)
	Journal	24 (12AP, 9AC, 3Z)
	TV	50 (29AP, 15AC, 6Z)
Ouvrage scientifique	Physique, chimie, physique-chimie, histoire des sciences	22 (10AP, 9AC, 3Z)
Socio-culturelle	Discussion familiale	1 (1AP)

	Expérience personnelle	8 (3AP, 3AC, 2Z)

Tableau 17. Nombre de déclaration pour chaque catégorie de ressource

A travers ce tableau, nous repérons que le nombre de déclarations pour la catégorie « ressource de vulgarisation scientifique » est le plus élevé pour fonder l'affinité « physique » et « chimie » : 50 déclarations pour la sous-catégorie « TV » ; 24 déclarations pour la sous-catégorie « journal » ; 15 déclarations pour la sous-catégorie « Site Internet ». Il apparaît ensuite le nombre de déclarations pour « l'ouvrage scientifique » (22 déclarations) et de déclarations pour « ressource d'enseignement en tant qu'élève » (16 déclarations) sont importants. Enfin, les sous-catégories « expérience personnelle » (8 déclarations) et « ressources pour le concours » (8 citations) sont également importants.

Dans la sous-catégorie « TV », nous avons distingué les films et émissions et programmes. L'émission « c'est pas sorcier » et le journal « science et vie » sont le plus cité par les étudiants (tableau 18) :

Emission « c'est pas sorcier »	32 déclarations (19 AP, 11 AC, 2 Z)
Journal « science et vie »	20 déclarations (10 AP, 8 AC, 2Z)

Tableau 18. Nombre de déclarations permettant d'expliquer l'origine de l'affinité par l'émission "c'est pas sorcier" et le journal "science et vie" chez tous les étudiants

- c'est pas sorcier est « un magazine télévisuel de vulgarisation scientifique présenté par Jamy, Fred et Sabine où l'important est d'apprendre en s'amusant. Fred ou Sabine vont sur le terrain et posent les questions auxquelles Jamy devra répondre à l'aide de maquettes et d'expériences à bord du camion-laboratoire conduit par Marcel »[45]. Les thèmes traités dans cette émission sont divers : « physique chimie technologie » ; « histoire, culture et société » ; « biodiversité agronome environnement » ; « émissions spéciales » ; « la terre et l'univers » ; « sport et santé » ;

- science et vie est « un magazine mensuel de vulgarisation scientifique »[46].

Par ailleurs, nous avons repéré des ressources spécifiques chez les étudiants d'affinité « physique » et chez les étudiants d'affinité « chimie » (annexe 4.3, 4.4, 4.5).

Par exemple nous avons repéré chez les étudiants d'affinité « physique » :

- Deux étudiants donnent des ressources de type « ressources vulgarisation » qui sont relatives à l'histoire des sciences pour fonder l'affinité « physique » : « documentaire sur la physique théorique » et « sitcom the big bang theory » ;

- Un étudiant donne une ressource relative à son « expérience personnelle » qui a pu fonder son affinité pour la physique « Le sport, le cyclisme, sport que je faisais ». En revanche, deux étudiants donnent des ressources relatives à l'expérience personnelle qui ont pu fonder leur affinité pour la chimie « la cuisine peut m'attirer car cela…la chimie » et « quand j'ai fait du vin avec mon grand-père » ;

- un étudiant indique qu'il avait des professeurs de physique dans sa famille et des amis proches ce qui lui a permis de fonder son affinité pour la physique et la chimie ;

Pour les étudiants d'affinité « chimie » :

[45] http://www.france3.fr/emissions/c-est-pas-sorcier/biographies
[46] http://www.science-et-vie.com/

- un étudiant cite son expérience personnelle qui lui a permis de fonder son affinité pour la physique « visite du palais de la découverte ». Par contre, deux étudiants citent leurs expériences personnelles pour fonder leurs affinités pour la chimie « jeux de petit chimiste » et « un petit de petit chimiste » ;

- un seul étudiant cite un site d'internet « INRS[47] » ce qui a développé son affinité pour la chimie ;

- un seul étudiant cite le site d'internet « Pegase[48] » en tant que professeur ;

- A travers l'analyse de l'entretien avec cb30, il y a un rôle de sa famille : il explique qu'il a un intérêt pour la science surtout la physique et la chimie dès son enfance car les membres de sa famille sont des scientifiques (§ 2.5 : Q4 et H4.b) : « Mon père est professeur de physique chimie. Donc, c'est un milieu dans lequel je baigne depuis que je suis toute petite. Mon frère est ingénieur en informatique, il a fait que des sciences de toute sa vie. Ma mère, elle est… elle est professeur en lycée professionnel et elle fait plutôt pareil, des sciences. Donc, en fait euh… ça influe parce que depuis que je suis toute petite, on me baigne dans un milieu de physique chimie, donc même si je le veux ou que je le veuille pas, j'aurais pu m'intéresser aux lettres, mais en l'occurrence, bah non, c'était les sciences » (E avec cb30, annexe 6.1, phrase 65).

Par rapport aux étudiants d'affinité égale :

- un étudiant indique qu'il y a des ressources concernant l'histoire des sciences qui fondent son affinité pour la chimie « vulgarisation des sciences » ;

- un étudiant explique qu'il a fait des expériences chimiques chez lui ce qui a fondé son affinité pour la chimie « expérience personnelle » ;

- un étudiant cite son « expérience personnelle » qui lui a permis de fonder son affinité pour la physique et la chimie « palais de la découverte à Paris. Les musées (voir le pendule de Foucault à Paris) ».

Ainsi, les ressources de types vulgarisation scientifique apparaissent marquantes chez tous les étudiants (§ 2.5, Q4 & H4.c).

Conclusion

Nous avons présenté dans cette partie les résultats concernant l'intérêt relatif disciplinaire et la conscience disciplinaire. Les résultats (§ 2.5, Q1 & H1.a) montrent une forte corrélation entre les deux, ce qui donne une cohérence la définition de l'affinité que nous avons donné. Ce résultat est valable pour les IRC et les IRP.

D'autre part l'affinité est fortement liée au parcours disciplinaire de formation (physique ou chimie) ce qui en fait un bon indicateur de l'affinité. En revanche, le choix d'un parcours mixte (Physique Chimique) ne signifie pas que l'étudiant a une affinité égale pour les deux disciplines (§ 1.2.1).

L'enseignement reçu et les ressources de vulgarisation scientifique sont les facteurs le plus déterminant de la construction de l'affinité disciplinaire (§ 2.5, Q4 & H4.a & H4.c).

[47] http://www.inrs.fr/
[48] Nous décrivons ce site dans la partie (§ 5.2.1) http://pegase.ens-lyon.fr/

4.1.2 Genèse de l'intérêt disciplinaire

Nous étudions dans cette partie la genèse de l'intérêt disciplinaire qui est un élément constitutif de l'affinité disciplinaire (§ 1.1.2 & 1.2.1). Nous présentons ainsi l'analyse de l'évolution de l'intérêt pour la chimie et pour la physique aux trois niveaux scolaires (collège, lycée, université), chez les étudiants d'affinité « chimie », chez les étudiants d'affinité « physique », chez les étudiants d'affinité égale. Pour chaque groupe, nous montrons les explications données par les étudiants.

Pour connaître les raisons de la genèse, nous avons regroupé les réponses en plusieurs catégories (§ 3.6.1) : adhésion à la discipline, enseignement reçu, relation de la discipline avec la vie, relation de la discipline avec les mathématiques, les sous-disciplines, objets de l'étude, expérimentation et travaux pratiques, histoire de la discipline. Nous donnons des exemples pour chaque catégorie dans les parties suivantes. Pour la majorité de ces catégories les étudiants ne développent pas leurs réponses. Donc, nous n'avons que partiellement accès à la raison de l'évolution de l'intérêt car la réponse de l'étudiant est souvent tautologique « l'intérêt pour la discipline devient fort parce que, cette discipline est intéressante ou passionnante ». Mais quand nous trouvons un exemple assez complet nous le citons. Des extraits d'entretiens permettront d'illustrer des exemples de genèse d'intérêt. Notons qu'il y a parfois deux points de vue dans les réponses des étudiants : un point de vue positif qui explique l'intérêt au collège ou l'augmentation de l'intérêt (au lycée ou à l'université) ; et un point de vue négatif qui explique le désintérêt au collège ou la diminution de l'intérêt disciplinaire (au lycée ou à l'université) (§ 3.6.1).

Les étudiants d'affinité « chimie » AC

Nous allons présenter dans cette partie la genèse de l'intérêt pour la chimie et les raisons de l'évolution (resp. pour la physique) chez les étudiants qui ont une affinité « chimie ».

Genèse de leur intérêt chimie

Nous présentons ici le moment de construction et l'évolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité « chimie ».

Construction de l'intérêt pour la chimie repérable au collège

Nous présentons dans l'annexe (4.1), l'intérêt de chaque étudiant pour la chimie aux trois niveaux d'enseignement : collège, lycée, Université.

Pour déterminer le moment où l'intérêt pour la discipline se constitue, nous cherchons le moment auquel l'intérêt apparaît moyen, fort ou très fort pour chaque étudiant.

Les figures 11 et 12 montrent que l'intérêt pour la chimie (un intérêt soit fort soit très fort) se construit dès le collège pour 21 étudiants sur 30 d'AC (70 %). 6 étudiants sur 30 d'AC (20%) ont un intérêt moyen au collège. Nous considérions que l'intérêt pour la chimie (niveau 3, 4, 5) se constitue au collège pour 27 étudiants (90%) et l'intérêt se construit au lycée pour 3 étudiants sur 30 d'AC (10%).

L'intérêt pour la chimie se construit très tôt pour la majorité des étudiants d'affinité « chimie » (100% pendant les études du second degré). Nous allons étudier l'évolution de cet intérêt du collège à l'université.

Dans la figure 11, nous avons regroupé les étudiants dont l'intérêt suit un parcours similaire (la même stabilité aux deux ou trois niveaux scolaires, la même augmentation et la même diminution).

La figure 11 nous permet de voir l'évolution de l'intérêt de chaque individu aux trois niveaux d'enseignement.

- trois marqueurs désignent respectivement l'intérêt au collège, au lycée, à l'université ;
- chaque valeur de l'abscisse correspond à un étudiant AC ;
- l'axe vertical correspond aux valeurs de l'intérêt de 1 à 5.

Par exemple, les étudiants de 1 à 6 ont un intérêt très fort pour la chimie ; les étudiants 7 et 8 ont un intérêt fort pour la chimie aux trois niveaux d'enseignement ; les étudiants 9, 10, 11, 12 ont un intérêt fort pour la chimie au collège et au lycée, puis il augmente pour devenir très fort à l'université.

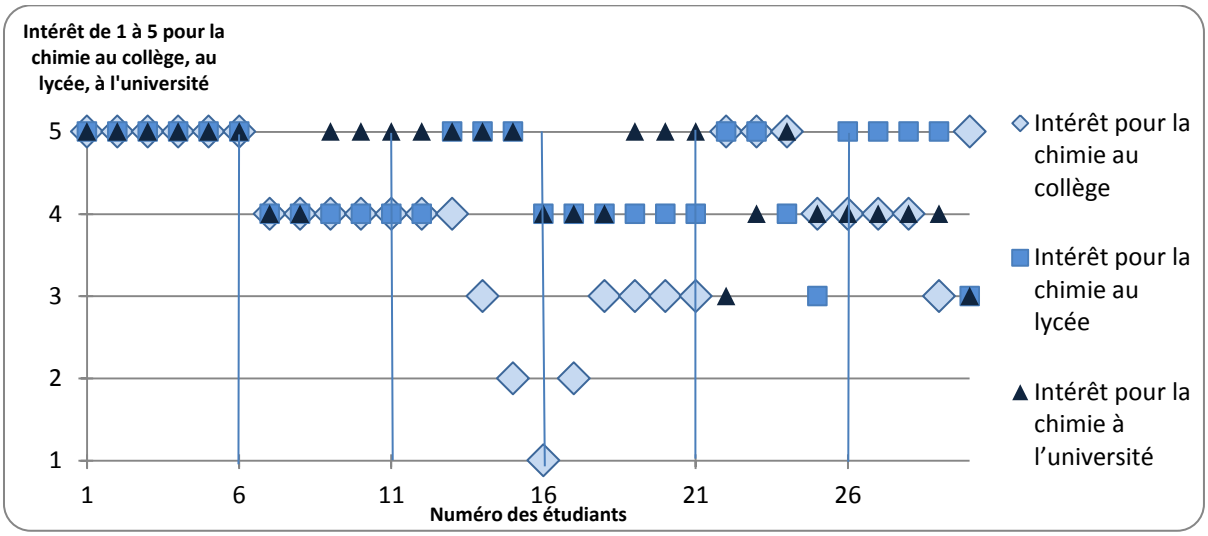


Figure 11 : Evolution de l'intérêt pour chaque étudiant d'affinité « chimie »

A travers la figure 11, nous repérons qu'il existe des étudiants d'AC (du numéro 1 au numéro 8) ont une stabilité dans leur intérêt pour la chimie très fort ou fort (pour 8 étudiants) et une augmentation de leur intérêt pour la chimie pour devenir soit fort soit très fort (pour 13 étudiants).

Une autre manière de représenter ces résultats consiste à représenter l'intérêt pour la chimie en fonction du temps. Les étudiants ayant la même évolution sont regroupés. Par exemple, le trait bleu horizontal en haut de la figure 12, représente une série de 6 étudiants (5C, 5L, 5U, 6).

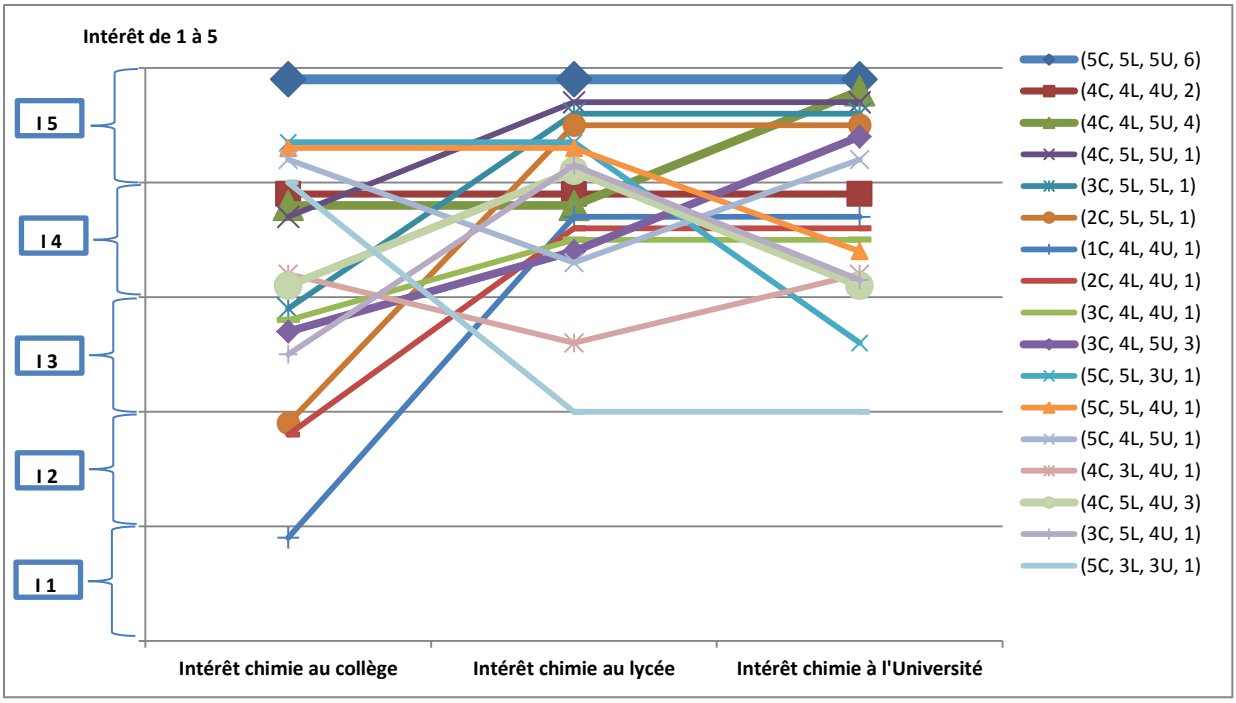


Figure 12 : Evolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité « chimie » (Nb = 30)

La genèse de l'intérêt pour la chimie est spectaculaire chez le groupe d'affinité « chimie », il commence très tôt et c'est plutôt un intérêt élevé et stabilisé (§ 1.1.2).

Explications de la genèse

Nous présentons dans cette partie les explications de la genèse de l'intérêt pour la chimie[49] (voir la partie 3.6.1).

Le tableau 19 présente le nombre de déclaration des étudiants d'AC expliquant la genèse de leur intérêt pour la chimie. Nous mettons dans la case correspondante le nombre des explications de la genèse dans le secondaire et à l'université. Pour chaque catégorie, nous mettons le nombre d'explications avec le signe (+) si les avis des étudiants expliquent un intérêt au collège ou une augmentation d'un intérêt, le nombre d'explications avec le signe (-) si les avis expliquent un désintérêt au collège ou une diminution d'un intérêt, le nombre d'explications avec le signe (=) si les avis expliquent la stabilité d'un intérêt (stabilité de

[49] - 13 étudiants ont leur intérêt pour la chimie qui augmente au lycée pour devenir fort ou très fort ;
- 9 étudiants pour qui l'intérêt pour la chimie augmente pour devenir très fort à l'université (pour 8 étudiants) et fort (pour un étudiant).
- 3 étudiants ont leur intérêt pour la chimie qui diminue au lycée pour devenir moyen chez deux étudiants et fort chez un seul étudiant. Ceux-ci ne donnent pas de réponses pour expliquer la diminution de leur intérêt ;
- L'intérêt pour la chimie reste fort ou moyen et il ne devient pas faible ou très faible. En effet, 6 étudiants ont leur intérêt pour la chimie qui diminue à l'université : la diminution est limitée, elle devient soit forte chez cinq étudiants soit moyenne chez (cb1) ;
- Pour une partie des étudiants (8 étudiants, 27 %), leur intérêt pour la chimie est toujours stable aux trois niveaux d'enseignement avec le chiffre de l'intérêt très fort ou fort : six étudiants (ce2, cb5, cc8, ca10, cd15, et cc22) gardent l'intérêt très fort pour la chimie aux trois niveaux d'enseignement. Et, deux étudiants (ce21, ce24) gardent l'intérêt fort pour la chimie aux trois niveaux d'enseignement. Parmi eux, quatre étudiants (ce2, cc8, cd15, ce24) ne donnent pas d'explications.

l'intérêt aux trois niveaux d'enseignement, stabilité de l'intérêt entre collège et lycée ou entre lycée et université).

Catégories	**Nombre des explications de la genèse dans le secondaire**	**Nombre des explications de la genèse à l'université**	**Total**
Adhésion à la chimie	5+	2+, 1=	7+, 1=
Enseignement reçu en chimie	2+	1+	3+
Sous-disciplines de la chimie	2+	2+, 3-, 1=	4+, 3-, 1=
Objet de l'étude de la chimie		1=	1=
Liens de la chimie avec la vie	2+	2+	4+
Compréhension de la chimie	1+	1+	2+
Expérimentation et travaux pratiques			
Histoire de la chimie			
Relations avec les mathématiques			
Pas de réponse	3+	3+	6+

Tableau 19. Nombre de déclarations des étudiants d'AC expliquant la genèse de leur intérêt pour la chimie dans le secondaire et à l'université

La catégorie « adhésion » regroupe les réponses prenant en compte l'amour, la passion, l'intérêt de la discipline. Par exemple : cc3 dit que la chimie au collège comporte « quelques notions trop vagues » tandis que la chimie au lycée est « géniale, passionnante » et cd29 dit que la chimie devient « vraiment intéressante à partir du lycée ». Il semble que la discipline devient intéressante au lycée avec l'approfondissement de ses contenus (apprendre des nouvelles théories, découvrir des nouveaux objets d'étude).

La catégorie « enseignement reçu » comporte les réponses concernant l'effet de l'enseignement reçu. Par exemple : ca11 avait au lycée « de bons professeurs » en chimie.

Dans la catégorie « Sous-disciplines de la chimie », les étudiants expliquent l'augmentation de leur intérêt pour la chimie grâce à la chimie organique : cb17 « Toujours bien aimé la chimie, particulièrement organique » (voir la partie § 4.1.4).

La catégorie « compréhension » regroupe les réponses qui expliquent l'augmentation de leur intérêt parce qu'ils comprennent la discipline. Par exemple, un étudiant écrit « Facile à comprendre » au lycée.

Dans la catégorie « liens avec la vie », nous avons regroupé les réponses prenant en compte la relation de la chimie avec la vie quotidienne.

Nous avons présenté le moment de la genèse et les raisons de la genèse de l'affinité chez les étudiants d'affinité « chimie ».

Genèse de leur intérêt physique

Nous présentons ici le moment de construction et l'évolution de l'intérêt pour la physique chez les étudiants d'affinité « chimie ».

Construction de l'intérêt pour la physique repérable au collège

Nous présentons dans l'annexe (4.2) l'intérêt de chaque étudiant pour la physique au collège et au lycée et à l'université à partir des figures 13 et 14.

Pour 26 étudiants sur 30 d'AC (87%) l'intérêt pour la physique se construit au collège (7 étudiants ont l'intérêt moyen, 11 étudiants ont l'intérêt fort, 8 étudiants ont l'intérêt très fort), pour 3 étudiants sur 30 d'AC (10 %) l'intérêt se construit au lycée (2 étudiants ont l'intérêt moyen, 1 étudiant a l'intérêt très fort). L'intérêt pour la physique se construit très tôt chez 29 étudiants sur 30 d'AC (26 au collège et 3 au lycée).

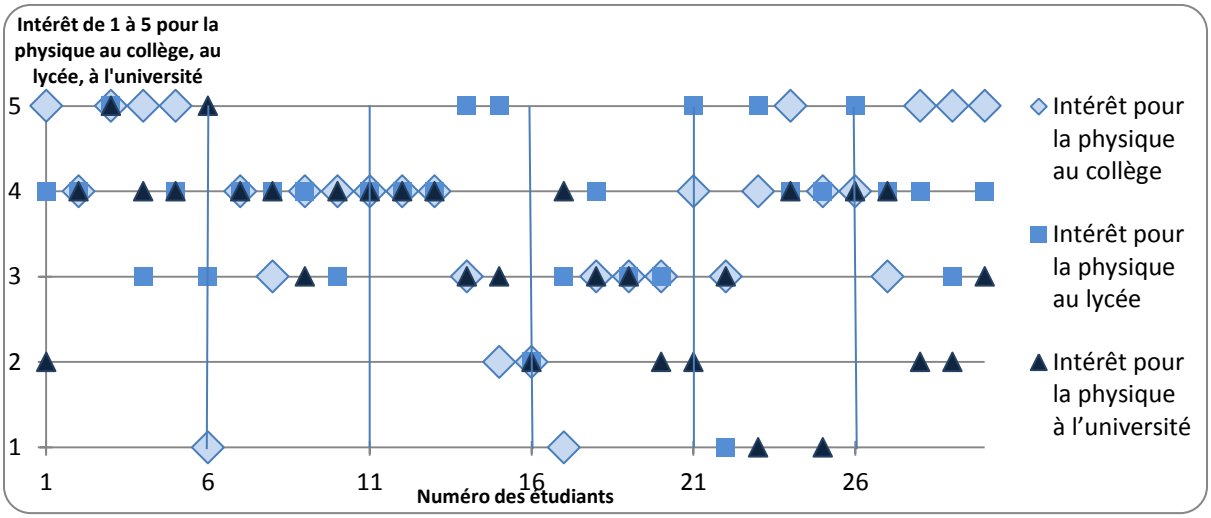


Figure 13 : Evolution de l'intérêt pour la physique chez chaque étudiant d'affinité « chimie »

Nous voyons que cette figure est dispersée et différente de la figure 11 (concernant l'évolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité « chimie ») et que la moitié des étudiants d'affinité « chimie » (15 étudiants, 50 %) ont un intérêt pour la physique qui diminue à l'université.

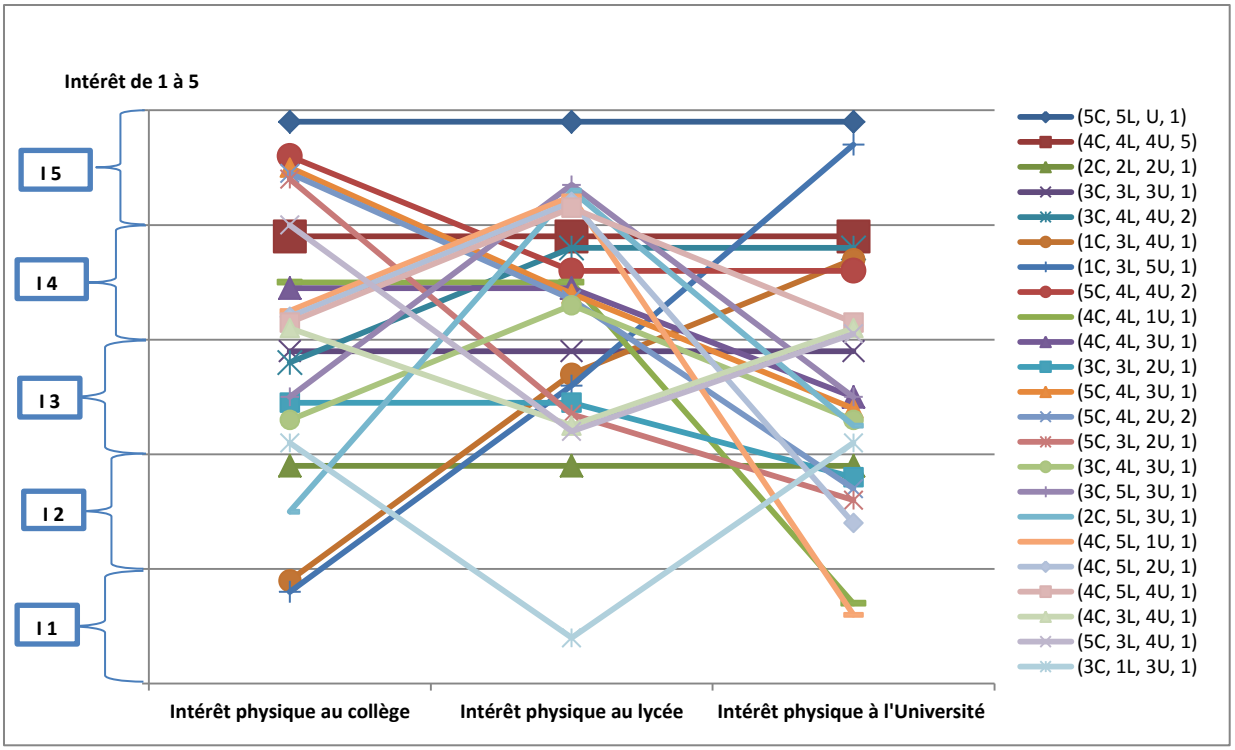


Figure 14 : Evolution de l'intérêt pour la physique chez les étudiants d'affinité « chimie » (Nb=30)

On retrouve sur la figure 14 le fait que, pour la discipline mineure (physique), les intérêts sont irréguliers. Il y a une augmentation et diminution pour l'intérêt au lycée mais il existe par contre une forte diminution de l'intérêt à l'université pour devenir plus faible.

L'intérêt pour la physique chez le groupe d'affinité « chimie » commence très tôt et diminue au fur et à mesure surtout à l'université (§ 1.1.2 & 1.2.1).

Explications de la genèse

Nous présentons ici les explications de la genèse de l'intérêt pour la physique[50] (voir la partie 3.6.1).

[50] - 10 étudiants ont leur intérêt pour la physique qui augmente au lycée pour devenir moyen chez deux étudiants (ce2, ce20) et pour devenir fort chez trois (cc3, cd4, ce24) et très fort chez cinq étudiants (cd23, cb25, cd26, cb28, cd29) ;
- 5 étudiants (17 %) ont leur intérêt pour la physique qui augmente à l'université pour devenir moyen chez un seul étudiant (cb1), fort chez trois étudiants (cd6, ce20, cc22) et très fort chez un seul étudiant (ce2) ;
- la stabilité est plus présente en chimie qu'en physique pour les étudiants d'AC. En effet, 8 étudiants d'AC (27 %) gardent le même intérêt pour la physique aux trois niveaux : 1 étudiant (cc8) a l'intérêt très fort pour la physique aux trois niveaux d'enseignement, 5 étudiants (cb5, ca13, cd18, cd19, ce21) ont l'intérêt fort pour physique aux trois niveaux d'enseignement, 1 étudiant (ca9) a l'intérêt moyen pour la physique aux trois niveaux d'enseignement, et 1 étudiant (ca11) a l'intérêt faible aux trois niveaux ;
- 9 étudiants (30 %) ont leur intérêt qui diminue au lycée pour devenir très faible chez un seul étudiant (cb1), pour devenir moyen chez trois étudiants (cd6, cb12, cc22) et pour devenir fort chez cinq étudiants (ca10, ce14, cd15, cd16, cb17) ;
- pour 13 étudiants (43 %) ont leur intérêt qui diminue pour la physique à l'université pour devenir très faible chez deux étudiants (cd23, cc27) et pour devenir faible chez quatre étudiants (ca7, ca10, cb17, cb28) et pour devenir moyen chez cinq étudiants (cd4, ce14, cb25, cd26, cb30) et pour devenir fort chez un seul étudiant (cd29).

Nous avons regroupé les réponses des étudiants dans plusieurs catégories. Le tableau 20 présente le nombre des explications de chaque catégorie expliquant la genèse de l'intérêt pour la physique :

Catégories	**Nombre des explications de la genèse dans le secondaire**	**Nombre des explications de la genèse à l'université**	**Total**
Adhésion à la physique	3+	1+	4+
Enseignement reçu en physique	1+	1-	1+,1-
Sous-disciplines de la physique	1-	1+, 1=	1+,1-,1=
Compréhension de la physique	1-	2-	3-
Objet de l'étude de la physique		1+, 3=	1+,3=
Liens de la physique avec la vie			
Expérimentation et travaux pratiques			
Histoire de la physique			
Relation avec les mathématiques	3-	2-, 2=	5-,2=
Pas de réponse	6+,4-	2+	8+,4-

Tableau 20. Nombre de déclaration des étudiants AC expliquant la genèse de leur intérêt pour la physique dans le secondaire et à l'université

Dans la catégorie « adhésion à la physique », sont regroupées les réponses relatives à l'intérêt des contenus, des nouvelles théories, de la découverte des nouveaux objets de l'étude. cd29 explique que « la physique devient à mon sens vraiment intéressante à partir du lycée » et ce2 a « enfin compris l'utilité de la physique ».

Dans la catégorie « l'enseignement reçu », cd26 explique que « En 1S, j'ai croisé le chemin d'une prof super ».

La catégorie « Sous-disciplines de la physique », cb1 indique qu'à l'université il a eu un « Regain d'intérêt en classe prépa et EPC ═► électromagnétisme, mécanique (peu niveau lycée) » ce qui augmente son intérêt physique.

La catégorie « objet de l'étude de la physique », cd6 précise que la physique permet « d'expliquer les phénomènes qui nous entourent (certains) ». cb5 « Ça décrit le monde qui nous entoure, le fonctionnement des choses. Donc ça présente un intérêt ».

Dans la catégorie « relations avec les mathématiques », cd29 explique la diminution de son intérêt physique à l'université à cause des mathématiques : « j'apprécie un peu moins la physique dans le supérieur car un peu trop calculatoire parfois ». cb12 « La physique demande à connaître ses mathématiques et j'avais déjà décroché au lycée ».

Les étudiants d'affinité « physique » AP

Nous allons présenter dans cette partie la genèse de l'intérêt pour la physique et les raisons de l'évolution (resp. pour la chimie) chez les étudiants qui ont une affinité « physique ».

Genèse de leur intérêt physique

Nous présentons ici le moment de construction et l'évolution de l'intérêt pour la physique chez les étudiants d'affinité « physique ».

Construction de l'intérêt pour la physique repérable au collège

Nous présentons dans l'annexe (4.2) l'intérêt de chaque étudiant pour la physique au collège et au lycée et à l'université.

Pour 32 étudiants sur 34 d'IRP (94%) l'intérêt se construit dès le collège[51] (voir figure 15 et 16). Et pour 2 étudiants (6%) l'intérêt se construit au lycée[52]. Nous voyons que l'intérêt pour la physique se construit très tôt (32 au collège et 2 au lycée) pour la majorité des étudiants.

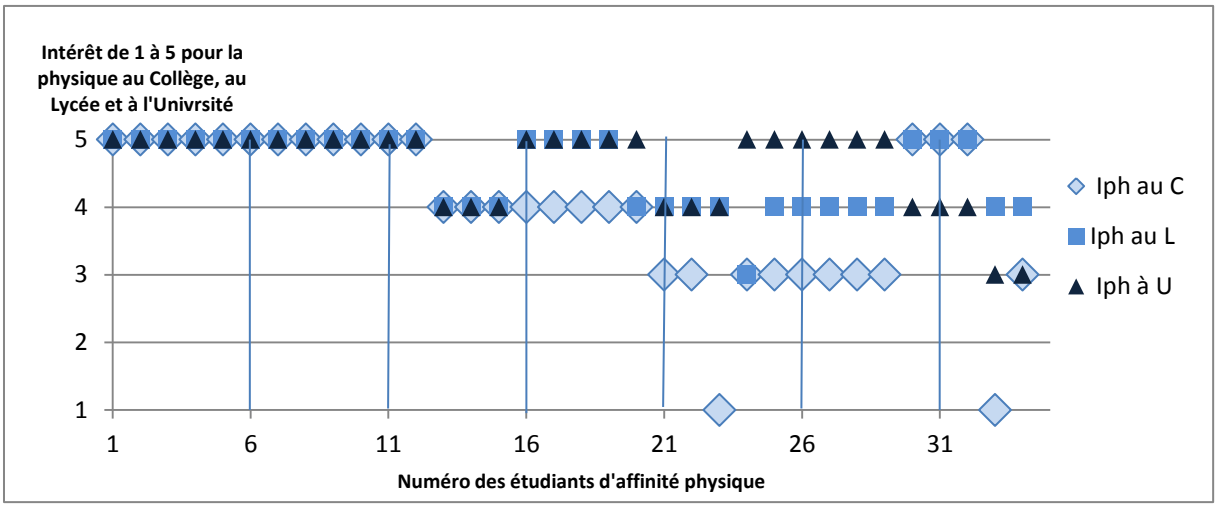


Figure 15 : Evolution de l'intérêt pour la physique chez chaque étudiant d'affinité « physique »

15 étudiants ont un intérêt stable pour la physique (très fort ou fort), 14 étudiants ont un intérêt qui augmente pour devenir fort ou très fort au lycée et à l'université.

[51] (9 étudiants ont l'intérêt moyen, 8 étudiants ont l'intérêt fort, 15 étudiants ont l'intérêt très fort).
[52] (2 étudiants ayant un intérêt fort).

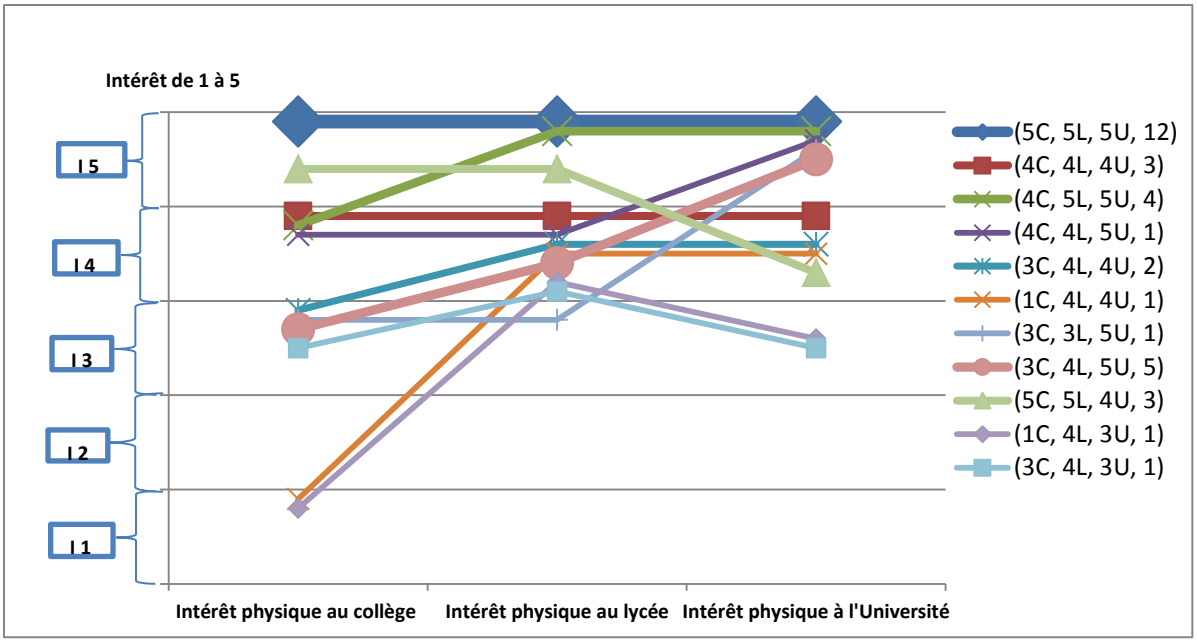


Figure 16 : Evolution de l'intérêt pour la physique chez les étudiants d'affinité « physique » (Nb=34)

Nous repérons que cette figure présente une stabilité aux trois niveaux d'enseignement, une augmentation de l'intérêt au lycée, et une stabilité entre lycée et université même si il y a quelques diminutions[53].

La genèse de l'intérêt pour la physique commence très tôt et c'est plutôt un intérêt élevé et stabilisé chez le groupe d'affinité « physique » (§ 1.1.2 & 1.2.1).

Explications de la genèse

Nous présentons ici les explications de la genèse de l'intérêt pour la physique[54].

Nous avons regroupé les réponses des étudiants dans plusieurs catégories. Le tableau 21 présente le nombre de déclaration pour chaque catégorie expliquant la genèse de l'intérêt pour la physique dans le secondaire et dans l'université :

Catégories	**Nombre des explications de la genèse dans le secondaire**	**Nombre des explications de la genèse à l'université**	**Total**
Adhésion à la physique		4=	4=
Enseignement reçu en	2+	1+	3+

[53] Mais cela est pour devenir fort chez (3 étudiants) et pour devenir moyen chez 2 étudiants

[54] - 9 étudiants ont leur intérêt qui augmente (+1,+2,+3) au lycée pour devenir très fort ou fort (pe1, pa19, pc9, pd8, pc20, pd5, pe11, pe31, pd28). 5 étudiants (pb14, pb21, pb33, pc25, pd12) ont leur intérêt moyen au collège qui augmente +1 au lycée pour devenir fort et qui augmente encore +1 à l'université pour devenir très fort. 2 étudiants (pe16, pd29) ont un intérêt qui augmente pour devenir très fort à l'université ;
- l'intérêt diminue pour 5 étudiants à l'université : 3 étudiants ont leur intérêt qui diminue -1 à l'université pour devenir fort (pb30, pc24, pe18), et 2 étudiants (pd8 et pe1) ont leur intérêt fort au lycée qui diminue -1 pour devenir moyen à l'université ;
- pour une partie des étudiants d'affinité « physique » (15 étudiants), leur intérêt pour la physique est stable aux trois niveaux d'enseignement et il est très fort pour 12 étudiants et fort pour 3 étudiants.

physique			
Sous-disciplines de la physique	2+	2+, 1-	4+, 1-
Compréhension de la physique			
Objet de l'étude de la physique	2+	1+, 4=	3+, 4=
Relation avec les mathématiques	1+	1-, 2=	1+, 1-, 2=
Histoire de la physique		2=	2=
Expérimentation et travaux pratiques		2=	2=
Liens de la physique avec la vie			
Pas de réponse	7+	3+, 3-, 5=	10+, 3-, 5=

Tableau 21. Nombre de déclaration des étudiants AP expliquant la genèse de leur intérêt pour la physique dans le secondaire et à l'université

La catégorie « histoire de la physique », regroupe les étudiants justifiant leur intérêt par l'histoire de la discipline : pc27 « Très intéressé par l'histoire de la physique » et pc34 « Dans le supérieur, j'ai eu pour la première fois des cours d'histoire des sciences, ce qui a accru mon intérêt ». Il semble que l'histoire de la discipline permet d'augmenter l'intérêt pour la discipline.

Dans la catégorie « expérimentation et travaux pratiques », nous regroupons les réponses prenant en compte l'expérimentation en physique : pour pb10 la physique au collège est une « discipline manuelle, expérimentale et adaptée à ses interrogations, et au lycée et à l'université la physique est expérimentale et adapté à ses gouts approfondissement de la modélisation et de l'illustration expérimentale ».

Il semble que la capacité à établir des liens entre question et expérience ou entre théorie et expérience puissent influencer l'augmentation de l'intérêt pour la physique.

Genèse de leur intérêt chimie

Nous présentons ici le moment de construction et l'évolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité « physique ».

Construction de l'intérêt pour la chimie repérable au collège

Nous présentons dans l'annexe (4.1) l'intérêt de chaque étudiant pour la chimie au collège et au lycée et à l'université (figure 17 et 18).

L'intérêt pour la chimie se construit au collège pour 29 étudiants[55] sur 34 d'IRP (85 %). L'intérêt pour la chimie se construit au lycée pour 4[56] étudiants sur 34 d'IRP (12%).

[55] 13 étudiants ont un intérêt très fort pour la chimie, 9 étudiants ont un intérêt fort, 7 étudiants ont un intérêt moyen.

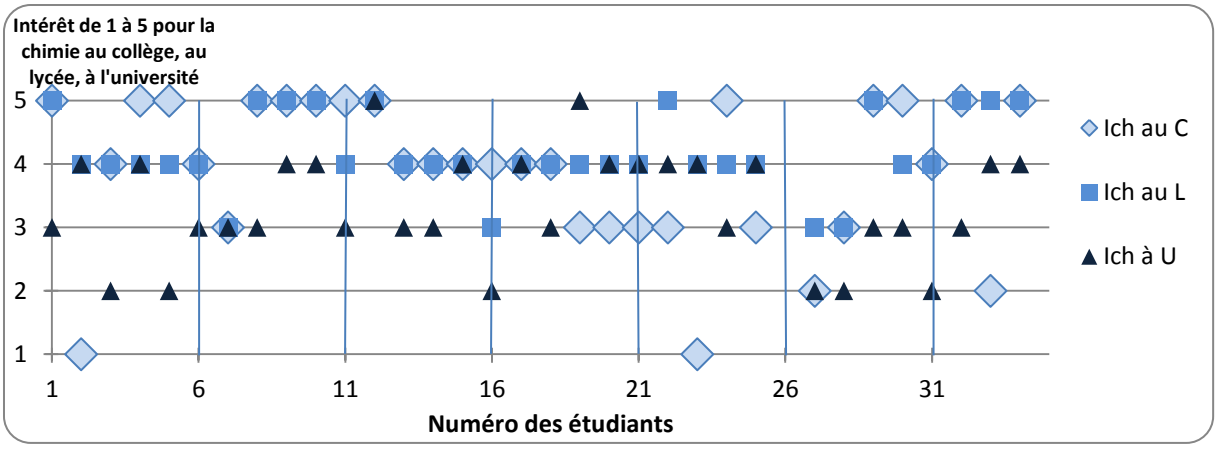


Figure 17 : Evolution de l'intérêt pour la chimie chez chaque étudiant d'affinité « physique »

Nous voyons que cette figure est dispersée et différente de figure 11 (évolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité « chimie »), et que 18 étudiants d'affinité « physique » ont l'intérêt pour la chimie qui diminue à l'université pour devenir moins de fort (4).

La figure 18 présente d'une autre manière l'évolution de l'intérêt de 1 à 5 et le moment marqué par le niveau scolaire (collège, lycée, université). Les étudiants qui ont la même évolution sont regroupés.

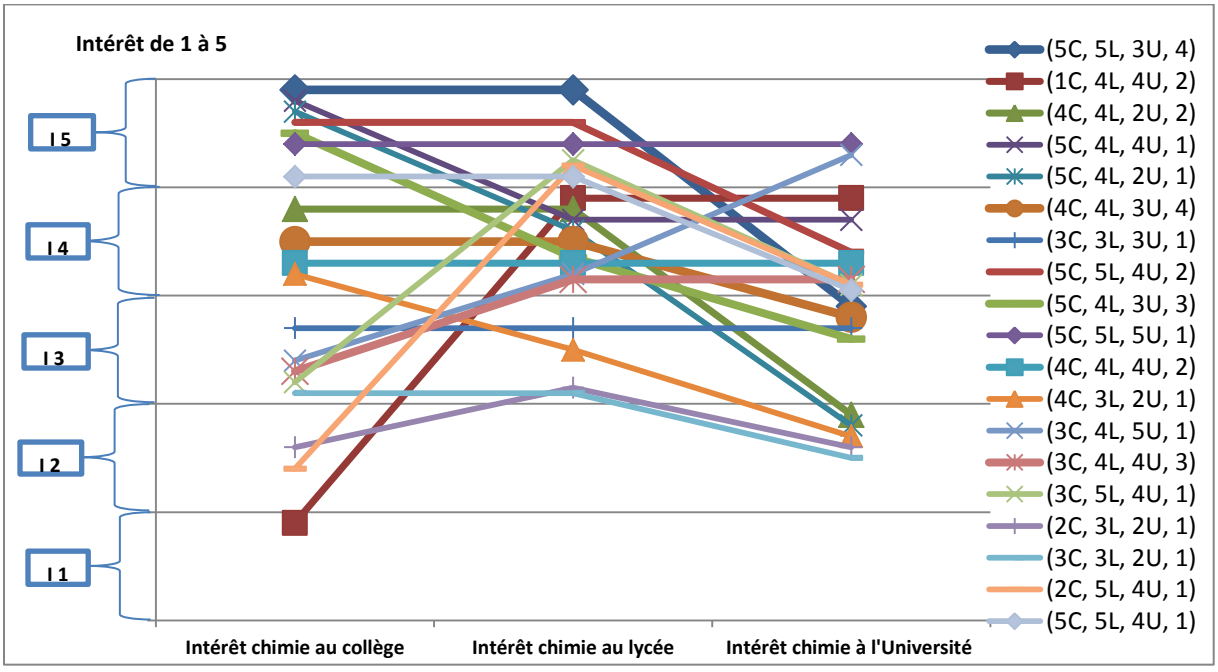


Figure 18 : Evolution de l'intérêt pour la chimie pour les étudiants d'AP (Nb = 34)

La genèse de l'intérêt pour la chimie commence très tôt chez le groupe d'affinité « physique » mais cet intérêt diminue au fur et à mesure surtout à l'université (§ 1.1.2 & 1.2.1).

[56] 2 étudiants ont un intérêt fort, 1 étudiant a un intérêt très fort, 1 étudiant a un intérêt moyen

Explications de la genèse

Nous présentons ici les raisons de la genèse de l'intérêt pour la chimie[57]. Le tableau 22 présente le nombre de déclaration pour chaque catégorie expliquant la genèse de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants AP dans le secondaire et à l'université :

Catégories	**Nombre des explications de la genèse dans le secondaire**	**Nombre des explications de la genèse à l'université**	**Total**
Adhésion à la chimie			
Enseignement reçu en chimie	2+	1-	2+, 1-
Sous-disciplines de la chimie		6-	6-
Objet de l'étude de la chimie	2+	1-, 2=	2+, 1-, 2=
Liens de la chimie avec la vie		1=	1=
Compréhension de la chimie	2+		2+
Expérimentation et travaux pratiques		3-	3-
Histoire de la chimie			
Relations avec les mathématiques			
Pas de réponse	2+, 1-	6-, 2=	2+, 7-, 2=

Tableau 22. Nombre de déclarations des étudiants d'AP expliquant la genèse de leur intérêt pour la chimie dans le secondaire et à l'université

Dans la catégorie « Expérimentation et travaux pratiques », nous avons regroupé les réponses des étudiants qui parlent des travaux pratiques ou expérimentation en chimie. Par exemple, pc34 explique la diminution de son intérêt pour la chimie à l'université : « Dans le supérieur on manipule beaucoup plus et je ne suis pas à l'aise en TP ».

Les étudiants d'affinité égale Z

Nous allons présenter dans cette partie la genèse de l'intérêt pour la chimie et les raisons de l'évolution (resp. pour la physique) chez les étudiants qui ont une affinité égale.

[57] - 9 étudiants ont leur intérêt pour la chimie qui augmente (+1, +2, +3) au lycée pour devenir fort (chez 6 étudiants) ou très fort (chez deux étudiants) ou moyen (chez un étudiant) ;
- Un seul étudiant a son intérêt qui augmente à l'université sans l'expliquer ;
- 4 étudiants ont leur intérêt pour la chimie qui diminue au lycée pour devenir fort chez trois étudiants et pour devenir moyen chez un étudiant, et 23 étudiants ont leur intérêt pour la chimie qui diminue à l'université pour devenir moins fort chez 18 étudiants et pour devenir fort chez 5 étudiants.

Genèse de leur intérêt chimie

Nous présentons ici le moment de construction et l'évolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité égale.

Construction de l'intérêt pour la chimie repérable au collège

Nous présentons dans l'annexe (4.1) l'intérêt de chaque étudiant pour la chimie au collège et au lycée et à l'université (fig. 19).

L'intérêt pour la chimie se construit pour la majorité des étudiants d'affinité égale avant l'université :

- L'intérêt pour la chimie se construit dès le collège pour 5 étudiants[58] ;
- L'intérêt se construit au lycée pour 2 étudiants[59] ;
- L'intérêt se construit à l'université pour un étudiant (intérêt fort).

Pour montrer l'évolution pour le groupe Z, nous étudions dans la figure 19 la relation entre la valeur de l'intérêt de 1 à 5 et le niveau scolaire (collège, lycée, université) pour les étudiants qui ont la même évolution.

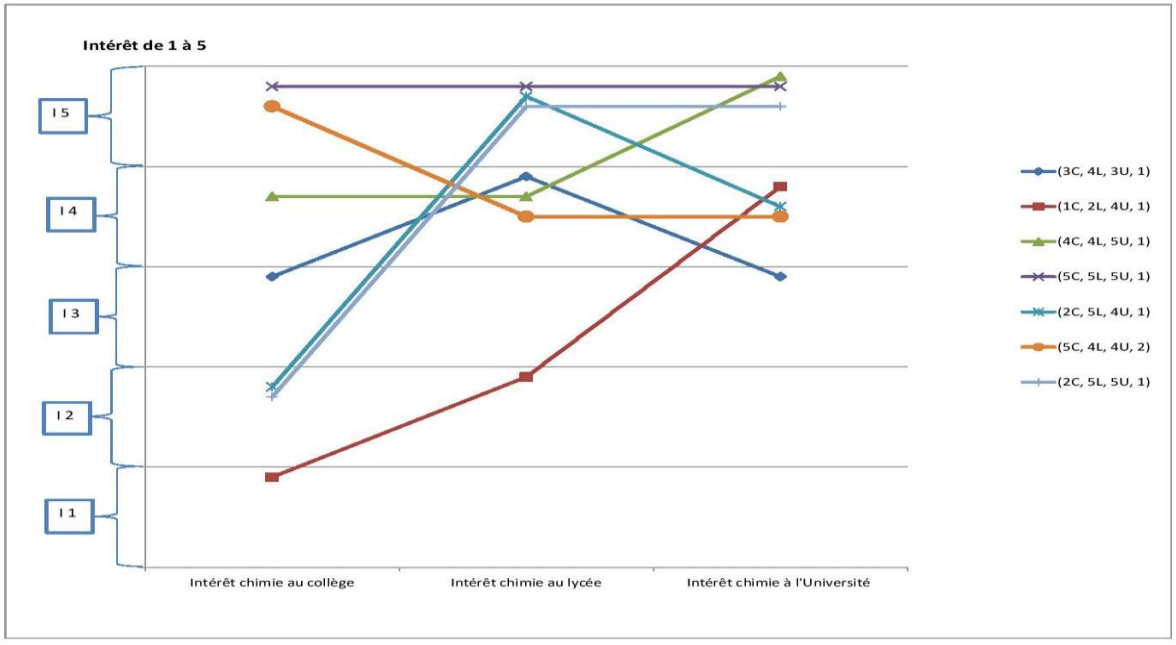


Figure 19 : Evolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité égale (Nb=8)

L'intérêt augmente au lycée et se stabilise à l'université. L'intérêt pour la chimie à l'université est supérieur au niveau moyen sauf pour un étudiant.

Explications de la genèse

Le tableau 23 présente le nombre de déclaration pour chaque catégorie expliquant la genèse de l'intérêt pour la chimie dans le secondaire et à l'université[60] :

[58] 3 étudiants ont un intérêt très fort, 1 étudiant a un intérêt fort, 1 étudiant a un intérêt moyen.
[59] 2 étudiants ont un intérêt très fort.

Catégories	Nombre des explications de la genèse dans le secondaire	Nombre des explications de la genèse à l'université	Total
Adhésion à la chimie	3+,	1+, 2=	4+, 2=
Enseignement reçu en chimie	1-	1-	2-
Sous-disciplines de la chimie			
Objet de l'étude de la chimie			
Liens de la chimie avec la vie			
Compréhension de la chimie			
Expérimentation et travaux pratiques			
Histoire de la chimie			
Relations avec les mathématiques			
Pas de réponse			

Tableau 23. Nombre de déclaration des Z expliquant la genèse de leur intérêt pour la chimie dans le secondaire et à l'université

Genèse de leur intérêt physique

Nous présentons ici le moment de construction et l'évolution de l'intérêt pour la physique chez les étudiants d'affinité égale.

Construction de l'intérêt pour la physique repérable au collège

Nous présentons dans l'annexe (4.2) l'intérêt de chaque étudiant pour la physique au collège et au lycée et à l'université.

L'intérêt pour la physique (comme l'intérêt pour la chimie)[61] se construit avant l'université. Nous présentons ici le mouvement de l'évolution de l'intérêt pour la chimie chez les étudiants d'affinité égale à partir de la figure 20.

[60] - Par rapport à l'augmentation de l'intérêt, nous avons repéré que l'intérêt augmente au lycée pour 4 étudiants pour devenir soit fort chez Z1 soit très fort chez trois étudiants. De plus, un seul étudiant Z3 a l'intérêt qui augmente à l'université pour devenir très fort ;
- 2 étudiants ont un intérêt stable entre collège et lycée Z3 (4,4) et Z4 (5,5), et 4 étudiants entre lycée et université Z4 et Z8 (5,5), Z6 et Z7 (4,4) ;
- 2 étudiants (z6 et z7) ont leur intérêt qui diminue au lycée pour devenir fort, et pour 2 étudiants à l'université pour devenir moyen chez z1 et pour devenir fort chez z5.

[61] - 4 étudiants ont leur intérêt pour la physique qui se construit au collège : (2 étudiants qui ont l'intérêt très fort (Z4 et Z7) et 2 étudiants ont l'intérêt fort (Z3 et Z6) au collège) ;
- 4 étudiants ont leur intérêt pour la physique qui se construit au lycée (1 étudiant a l'intérêt moyen, 1 a l'intérêt fort, 2 ont l'intérêt très fort).

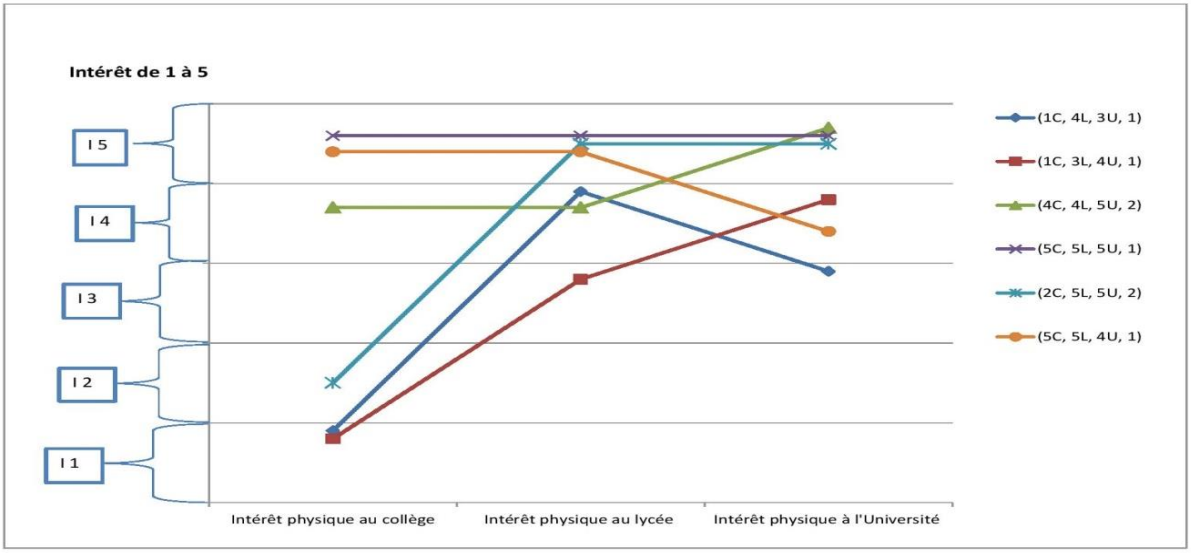


Figure 20 : Evolution de l'intérêt pour la physique chez les étudiants d'affinité égale (Nb=8)

Explications de la genèse

Le tableau 24 présente le nombre de déclaration pour chaque catégorie expliquant la genèse de l'intérêt pour la physique dans le secondaire et à l'université[62] :

Catégories	**Nombre des explications de la genèse dans le secondaire**	**Nombre des explications de la genèse à l'université**	**Total**
Adhésion à la physique	1+		1+
Enseignement reçu en physique	1=	2-	1=, 2-
Sous-disciplines de la physique			
Compréhension de la physique			
Objet de l'étude de la physique	1+	1=	1+, 1=
Relation avec les mathématiques			
Histoire de la physique			
Expérimentation et travaux pratiques			

[62] - 3 étudiants ont leur intérêt pour la physique augmente au lycée pour devenir soit fort soit très fort. Pour 2 étudiants l'intérêt augmente à l'université pour devenir très fort ;
- 4 étudiants ont l'intérêt stable soit fort soit très fort au collège et au lycée. De plus, 2 étudiants ont l'intérêt stable très fort entre lycée et université ;
- 2 étudiants ont un intérêt pour la physique qui diminue à l'université.

Liens de la physique avec la vie			
Pas de réponse	2+	1+	3+

Tableau 24. Nombre de déclaration des étudiants AP expliquant la genèse de leur intérêt pour la physique dans le secondaire et à l'université

Comparaison de la genèse de l'intérêt chez les étudiants d'AC et d'AP

Nous présentons une comparaison de la genèse de l'intérêt pour la discipline majeure et les raisons de cette évolution, puis une comparaison de la genèse de l'intérêt pour la discipline mineure et les raisons de cette évolution.

Genèses de la discipline majeure

A travers cette étude, l'intérêt pour la discipline majeure se construit très tôt pour la majorité des étudiants d'affinité pour cette discipline (pendant les études du second degré). La genèse de l'intérêt pour la discipline majeure est spectaculaire, il commence très tôt et c'est plutôt un intérêt élevé et stabilisé (§ 1.1.2 & 2.5, Q4).

Les raisons de l'évolution de la discipline majeure

A travers l'analyse du questionnaire A, les catégories de la genèse de l'intérêt pour la discipline majeure sont : enseignement reçu pendant la scolarité, rapport aux sous-disciplines de la discipline majeure.

Il existe par ailleurs des catégories spécifiques pour la genèse de chaque discipline majeure chimie ou physique :

- Chez les étudiants d'AC, le lien entre la chimie et la vie quotidienne est un facteur important de la genèse de l'intérêt pour la chimie ;

- Chez les étudiants d'AP, les objets d'étude de la physique, les relations avec les mathématiques, l'histoire de la physique, l'expérimentation et travaux pratiques sont de facteurs agissant sur la genèse de l'intérêt pour la physique.

Genèses de la discipline mineure

A travers cette étude, l'intérêt pour la discipline mineure se construit très tôt pour la majorité des étudiants (pendant les études du second degré).

La genèse de l'intérêt pour la discipline mineure commence très tôt et diminue au fur et à mesure surtout à l'université (§ 1.1.2 & 1.2.1).

Les raisons de l'évolution de la discipline mineure

Il semble que « les sous-disciplines de la chimie » et « l'expérimentation et les travaux pratiques en chimie » sont la cause principale de la diminution de l'intérêt pour la chimie à l'université chez les étudiants d'affinité « physique ». Ceux-ci expliquent majoritairement la diminution de leur intérêt pour la chimie à l'université à cause de la chimie organique. On retrouve ici des résultats déjà mis au jour par d'autres recherches (Loumouamaou, 1998 & Lafarge, 2010).

En revanche, « les relations de la physique avec les mathématiques » et « la compréhension de la physique » sont les causes principales de la diminution de l'intérêt pour la physique au lycée et à l'université chez les étudiants d'affinité « chimie ». Selon Tiberghien (1994), il existe deux mondes pour apprendre la physique : monde des objets et des événements et monde des théories et des modèles (§ introduction). Les mathématiques étant utilisées pour modéliser une situation et arriver à une prévision, si ce langage n'est pas maîtrisé il leur manque un registre symbolique pour maîtriser la discipline. Donc, nous avons l'impression que la maîtrise des mathématiques est une condition nécessaire à l'articulation des deux mondes en physique.

4.1.3 Relations entre l'affinité disciplinaire (physique/chimie) et l'intérêt d'autres disciplines voisines

Dans ce paragraphe, nous voulons savoir s'il y a une corrélation entre l'affinité pour la physique ou la chimie et l'affinité pour les autres disciplines que nous considérons voisines. Autrement dit, il s'agit de déterminer s'il existe des réseaux d'intérêts disciplinaires. Cette étude s'effectue à partir des intérêts disciplinaires (et non des affinités) car nous n'avons pas d'accès à la conscience des étudiants pour les autres disciplines (mathématiques, biologie, géologie). Nous étudions ensuite si les deux populations (étudiants d'affinité « physique » et d'affinité « chimie ») ont la même relation avec les mathématiques, la physique, la chimie, la biologie, et la géologie.

Nous cherchons d'abord à savoir s'il existe une corrélation entre l'intérêt pour deux disciplines : l'intérêt en physique (I ph) et l'intérêt en mathématiques (I maths), l'intérêt en chimie (I ch) et l'intérêt en mathématiques (I maths), l'intérêt en physique (I ph) et l'intérêt en chimie (I ch), l'intérêt en chimie (I ch) et l'intérêt en biologie (I bio), l'intérêt en physique (I ph) et l'intérêt en géologie (I géo).

Nous utilisons Excel pour calculer le coefficient de corrélation linéaire. En effet, l'équation du coefficient de corrélation est la suivante[63] :

$$Correl(X,Y) = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum (x-\bar{x})^2 \sum (y-\bar{y})^2}}$$

où

$\bar{x}$ et $\bar{y}$ sont respectivement la moyenne des intérêts pour une des deux disciplines et la moyenne des intérêts pour l'autre discipline.

Nous calculons le coefficient de corrélation linéaire[64] entre l'intérêt de deux disciplines (intérêt de 1 à 5) au Collège (C), au Lycée (L), à l'Université (U). Ce coefficient exprime le lien qui lie les deux intérêts (droite linaire). Le coefficient de corrélation linéaire est positif (droite linaire croissante) si l'intérêt pour une discipline est corrélé positivement à l'intérêt pour l'autre discipline (intérêt fort pour les 2 disciplines). Le coefficient est négatif (droite

[63] https://support.office.com/fr-ca/article/COEFFICIENT-CORRELATION-COEFFICIENT-CORRELATION-fonction-995dcef7-0c0a-4bed-a3fb-239d7b68ca92

[64] Renvoie le coefficient de corrélation des plages de cellules pour les arguments matrice1 et matrice2.

linéaire décroissante) si l'intérêt pour une discipline est corrélé négativement à l'intérêt pour l'autre (intérêt fort pour une discipline et faible pour l'autre). La valeur de coefficient de corrélation linéaire est comprise entre 1 et -1. Plus le coefficient est proche de valeur 1 et -1, plus la corrélation entre les variables est forte. Une corrélation égale à 0 signifie que les variables ne sont pas corrélées.

Pour une population de 30 ou 34 individus, le coefficient de corrélation est significatif quand il a la valeur comprise entre 0.3 et 1 ou -0.3 et -1.

Nous présentons dans le tableau 25, les coefficients de corrélation entre deux intérêts disciplinaires au collège, au lycée, à l'université chez les étudiants d'affinité « physique » et d'affinité « chimie ».

	Etudiants d'affinité « physique »			**Etudiants d'affinité « chimie »**		
Coefficient de corrélation (r)	Collège	Lycée	Université	Collège	Lycée	Université
I maths – I ph	r = 0.39	0.41	0.30	0.38	-0.06	0.09
I maths – I ch	0.28	0.08	-0.11	-0.15	0.05	-0.41
I ph – I ch	0.59	0.06	-0.16	0.57	0.09	0.28
I bio – I ch	0.25	-0.06		0.42	0.22	
I géo – I ph	0.51	0.33		0.36	-0.26	

Tableau 25. Coefficient de corrélation entre les intérêts de deux disciplines au collège, au lycée, à l'université

Corrélation entre l'intérêt en mathématiques et l'intérêt en physique

Le coefficient de corrélation entre l'intérêt en mathématique et l'intérêt en physique chez les étudiants d'affinité « physique » est positif et significatif aux trois niveaux d'enseignement (r = 0.39 au collège, r = 0.41 au lycée et r = 0.30 à l'université). Les étudiants qui ont un intérêt pour la physique ont un intérêt pour les mathématiques. En revanche, le coefficient de corrélation entre l'intérêt de ces deux disciplines n'est pas significatif chez les étudiants d'affinité « chimie » au lycée (r = -0.06) et à l'université (r = 0.09). Les étudiants qui ont un intérêt pour la chimie n'ont pas nécessairement d'intérêt pour les mathématiques au lycée et à l'université. Il existe une corrélation entre l'intérêt en mathématiques et l'intérêt en physique au collège chez les étudiants d'affinité « chimie ». A ce niveau, l'intérêt se construit pour toutes les sciences.

Corrélation entre l'intérêt en mathématiques et l'intérêt en chimie

Le coefficient de corrélation pour l'intérêt en mathématiques et l'intérêt en chimie chez les étudiants d'affinité « physique » n'est pas significatif aux trois niveaux d'enseignement (r = 0.28 au collège, r = 0.08 au lycée et r = -0.11 à l'université). Il n'y a pas de corrélation entre l'intérêt pour les mathématiques et celui pour la chimie chez les étudiant d'AC (r = -0.15 au collège, r = 0.05 au lycée). Chez les étudiants d'affinité « chimie », le coefficient de corrélation est négatif et significatif à l'université (r = -0.41 à l'université). Autrement dit, les étudiants qui ont un intérêt pour la chimie n'ont pas d'intérêt pour les mathématiques.

Corrélation entre l'intérêt en physique et l'intérêt en chimie

Le coefficient de corrélation est positif et significatif juste au collège chez les étudiants d'affinité « physique » (r = 0.59) et les étudiants d'affinité « chimie » (r = 0.57). En revanche, il n'est pas significatif au lycée et à l'université. Les intérêts pour les sciences physiques et chimiques se construisent au collège (§ 4.1.2), mais au lycée et à l'université ces deux intérêts ne sont pas corrélés.

Corrélation entre l'intérêt en biologie et l'intérêt en chimie

Le coefficient de corrélation entre l'intérêt en biologie et l'intérêt en chimie chez les étudiants d'affinité « chimie » est significatif au collège (r = 0.42) mais ce n'est pas le cas au lycée[65] (r = 0.22). Ce n'est pas significatif du tout chez les étudiants d'affinité « physique » quel que soit le niveau. Autrement dit il n'y a pas de corrélation entre l'intérêt pour la biologie et l'intérêt pour la chimie sauf chez les étudiants d'AC lorsqu'ils étaient au collège.

Corrélation entre l'intérêt en géologie et l'intérêt en physique

Le coefficient de corrélation entre l'intérêt en géologie et l'intérêt en physique chez les étudiants d'affinité « physique » est positif et significatif au collège et au lycée[66](r = 0.51 au collège et r = 0.33 au lycée). Le coefficient de corrélation est positif et significatif chez les étudiants d'affinité « chimie » (r = 0.36 au collège). Il existe une corrélation entre l'intérêt pour la physique et l'intérêt pour la géologie au collège, corrélation qui s'estompe au lycée.

L'étude statistique précédente permet de tester l'existence d'une corrélation entre les étudiants et une discipline. Dans la partie suivante nous souhaitons savoir si les étudiants d'AC ont un intérêt pour d'autres disciplines similaires ou non aux étudiants d'AP. Il s'agit de comparer ici ces deux populations d'étudiants. Pour cette étude, nous avons recourt à un autre test statistique (Kideux d'indépendance).

Pour étudier le lien des deux groupes (AC et AP) à une discipline, nous cherchons le nombre d'étudiants d'affinité « physique » qui ont un intérêt fort et très fort (4 et 5) pour la discipline concernée et le nombre d'étudiants d'affinité « physique » qui ont un intérêt très faible, faible, moyen (1, 2, 3) (annexe 4.7), ce qui constitue la première matrice. Nous comparons ces valeurs à celles constituées par le nombre d'étudiants d'affinité « chimie » qui ont un intérêt fort et très fort (4 et 5) pour la discipline concernée et le nombre d'étudiants d'affinité « chimie » qui ont un intérêt très faible, faible, moyen (1, 2, 3). Ces deux matrices permettent de faire le calcul du test Kideux d'indépendance.

[65] A noter que la majorité des étudiants d'affinité « physique » et d'affinité « chimie » ne donnent pas leur intérêt pour la biologie à l'université ce qui justifie l'absence de coefficient de corrélation à l'université. En effet, l'université est le moment de spécialisation en « physique » et/ou en chimie.

[66] A noter que la majorité des étudiants d'affinité « physique » et d'affinité « chimie » ne donnent pas leur intérêt pour la géologie à l'université ce qui justifie l'absence de case de coefficient de corrélation à l'université. En effet, l'université est le moment de spécialisation en physique et/ou en chimie.

Quand la valeur de *p* est inférieure à 0.10, nous considérons que les deux populations AC et AP ont un intérêt significativement différent vis à vis d'une discipline donnée. Le tableau 26 présente les valeurs de *p* ainsi obtenues :

Discipline	***p* au collège**	***p* au lycée**	***p* à l'Université**
Mathématiques	0.068	9.4×10^{-6}	0.021
Physique	0.452	0.0006	3.2×10^{-8}
Chimie	0.16	0.03	1.3×10^{-34}
Biologie	0.17	0.21	
Géologie	0.46	0.36	

Tableau 26. Test Kideux pour étudier la relation de deux populations (AP et AC) avec les mathématiques, la physique, la chimie, la biologie, la géologie

A travers ce test statistique, nous repérons que l'intérêt pour les mathématiques est significativement diffèrent chez les étudiants d'AC par rapport aux étudiants d'AP à tous les niveaux d'enseignement (p = 0.068 au collège, $p = 9.4\times10^{-6}$ au lycée, p = 0.021 à l'université). Nous constatons que la proportion de ce qui sont au niveau (4 et 5) de l'intérêt pour les mathématiques est beaucoup plus marquée chez les étudiants d'AP (28/34 (82%) au collège ; 24/34 (71%) au lycée ; 7/34 (21%) à l'université) que chez les étudiants d'AC (21/30 (70%) au collège ; 11/30 (37%) au lycée ; 3/30 (10%) à l'université).

Par ailleurs, ces résultats confirment que l'affinité relative se construit de manière significative au lycée, puisqu'au collège il n'y a pas de différence significative entre les deux populations d'étudiants (AC et AP) concernant leur intérêt pour la physique ou pour la chimie (p= 0.452 ; p=0.16), alors que cette différence est significatif au lycée et à l'université.

De plus, ce test montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les étudiants d'AP et les étudiants d'AC concernant leur intérêt pour la biologie et pour la géologie au collège et au lycée (biologie : p = 0.17 au collège, p = 0.21 au lycée ; géologie : p = 0.46 au collège, p = 0.36 au lycée)[67].

En conclusion, nous avons montré qu'il existe une corrélation positive (co-variation) et significative entre l'intérêt en mathématiques et l'intérêt en physique au collège et au lycée et à l'université chez les étudiants d'affinité « physique ». A l'inverse, ce n'est pas le cas chez les étudiants d'affinité « chimie » au lycée et à l'université. L'intérêt pour les mathématiques est significativement différent chez les étudiants d'AC de celui des étudiants d'AP.

Le coefficient de corrélation entre l'intérêt en chimie et l'intérêt en biologie est positif et significatif au collège chez les étudiants d'affinité « chimie ». Les résultats montrent qu'il existe une corrélation (de type co-variation) entre l'intérêt pour la chimie et l'intérêt pour la biologie au collège (r = 0.42) chez les étudiants d'AC, mais ce n'est pas le cas au lycée ni à l'Université que ce soit pour les étudiants d'AP ou les étudiants d'AC. L'intérêt pour la

[67] La proportion de ce qui sont au niveau (4 et 5) de l'intérêt pour la biologie chez les étudiants d'AP (15/34 (44%) au collège ; 20/34 (59)% au lycée) est proche de celle chez les étudiants d'AC (16/30 (53%) au collège ; 20/30 (67%) au lycée). De la même façon, la proportion de ce qui sont au niveau (4 et 5) de l'intérêt pour la géologie chez les étudiants d'AP (10/34 (29%) au collège ; 11/34 (32)% au lycée) est proche de celle chez les étudiants d'AC (9/30 (30%) au collège ; 11/30 (37%) au lycée).

biologie n'est pas significativement différent chez les étudiants d'AC de celui des étudiants d'AP.

Enfin, concernant la géologie, nos résultats montrent une covariation entre l'intérêt pour la physique et l'intérêt pour la géologie chez les étudiants d'AP (r = 0.51 au collège, r = 0.33 au lycée) et d'AC (r = 0.36 au collège). L'intérêt pour la géologie n'est pas significativement différent chez les étudiants d'AC de celui des étudiants d'AP.

L'affinité « physique » et l'affinité « chimie » ne sont pas isolées, mais s'inscrivent dans un réseau d'affinités. Les affinités sont corrélées de la manière suivante : chez les étudiants d'AP nous observons une covariation entre l'intérêt pour les mathématiques et la physique, la géologie et la physique, alors que chez les étudiants d'AC on observe une contra-variation[68] entre l'intérêt pour les mathématiques et l'intérêt pour la chimie (§ 1.2.1 & 2.5, Q2 & H2.a).

4.1.4 Relations entre l'affinité disciplinaire (physique/chimie) et l'intérêt des sous-disciplines de la physique et de la chimie

Nous présentons dans cette partie l'analyse de l'intérêt pour les sous-disciplines de la chimie et l'analyse de l'intérêt pour les sous-disciplines de la physique chez tous les étudiants, puis chez les étudiants d'affinité « chimie », les étudiants d'affinité « physique », les étudiants d'affinité égale.

Intérêt pour les sous-disciplines de la chimie et les sous-disciplines de la physique chez tous les étudiants

Dans ce paragraphe, nous cherchons à savoir s'il y a une relation entre l'intérêt disciplinaire et l'intérêt pour les sous-disciplines.

Le tableau 27 montre l'effectif d'étudiants ayant un vif intérêt (fort et très fort) pour les sous-disciplines de la chimie et de la physique (§ 3.2.2). Nous rappelons que les sous-disciplines de la chimie sont : chimie générale (ch géné), chimie analytique (ch an), chimie inorganique (ch in), chimie organique (ch org), chimie physique (ch ph). Les sous-disciplines de la physique sont : mécanique (méca), optique (opti), électricité (électri), vibration-onde (v-o), électronique (électro).

	ch gé	**ch an**	**ch in**	**ch org**	**ch ph**	**méca**	**opti**	**électri**	**v-o**	**électro**
Nombre d'étudiant ayant un intérêt =4 ou 5	47/72	26/72	32/72	33/72	35/72	37/72	42/72	28/72	37/72	25/72
Effectif %	65%	36%	44%	46%	25%	51%	58%	39%	51%	35%

Tableau 27. Effectif d'étudiants ayant un intérêt fort ou très fort pour les sous-disciplines de la chimie et les sous-disciplines de la physique chez tous les étudiants (Nb=72)

Nous repérons dans le tableau 27 que l'effectif des étudiants ayant un intérêt fort et très fort est beaucoup plus élevé pour la chimie générale (65%), la chimie organique (46%), pour l'optique (58%), la mécanique et la vibration-onde (51%). On peut considérer que ces sous-

[68] Contra-variation : intérêt fort pour une discipline et un intérêt faible pour l'autre discipline.

disciplines sont situées à l'interface physique et chimie et qu'elles pourraient intéresser des étudiants AC et AP. A ce titre, ces sous-disciplines pourraient servir de pont pour accroître l'intérêt de la discipline complémentaire dans le cadre d'une formation.

Nous allons expliciter ces résultats pour chaque groupe.

Effectifs d'étudiant ayant un vif intérêt pour les sous-disciplines de la chimie chez les étudiants d'affinité « chimie » ; effectif d'étudiants ayant un vif intérêt pour les sous-disciplines chez les étudiants d'affinité « physique »

Nous présentons dans le tableau 28 la répartition de l'effectif d'étudiants ayant un intérêt fort ou très fort chez chaque groupe : étudiants d'affinité « chimie » (AC), étudiants d'affinité « physique » (AP), étudiants d'affinité égale (Z).

Effectif %	Ch géné	Ch anal	Ch in	Ch org	Ch phys	Méca	opti	électri	v-o	électro
AC=30	70[69]%	53%	63%	70%	33%	33%	37%	20%	13%	17%
AP=34	56%	29%	29%	38%	56%	62%	68%	56%	76%	56%
Z=8	88%	25%	38%	75%	75%	75%	88%	38%	88%	20%

Tableau 28. Effectif d'étudiants ayant un intérêt fort et très fort pour les sous-disciplines de la chimie et les sous-disciplines de la physique chez les étudiants AC (Nb=30), AP (Nb=34), Z (Nb=8)

Le tableau 28 montre que les étudiants d'affinité « chimie » préfèrent majoritairement les sous-discipline de la chimie. De la même manière, les étudiants d'affinité « physique » préfèrent majoritairement les sous-disciplines de la physique.

De plus, l'effectif d'étudiants ayant un intérêt fort et très fort est important pour deux sous-disciplines de la chimie chez les étudiants d'affinité « physique » : chimie générale et chimie physique (56% pour chacune).

8 étudiants expliquent que leur intérêt pour la chimie physique est dû aux relations entre physique et chimie ainsi que les mathématiques.

4 étudiants d'AP expliquent leur intérêt pour la chimie générale. Trois d'entre eux expliquent leur intérêt pour la sous-discipline elle-même, et un pour ses liens avec les mathématiques[70].

En revanche, l'effectif d'étudiants ayant un intérêt fort ou très fort est moins[71] élevé pour la chimie physique chez les étudiants d'affinité « chimie ». Cela est dû aux relations entre la physique et la chimie dans cette sous-discipline ou à la place des mathématiques[72].

[69] Dans le tableau 28 le surlignage des chiffres signifie que plus de moitié des étudiants ont un intérêt fort ou très fort pour la sous-discipline.

[70] 2 étudiants d'AP (pc27, pb14) ont un intérêt fort pour la chimie générale, 1 étudiant (pd29) a un intérêt très fort et 1 étudiant (pb21) a un intérêt moyen pour celle-ci. 2 étudiants (pd29, pb14) expliquent leur intérêt pour la chimie générale en s'appuyant sur les réactions chimiques : pd29 « Chimie générale : j'adore tout ce qui touche aux réactions chimiques (acides bases-oxydoréductions) », pb14 « Pour la chimie générale, étudier les réactions qui se produisent dans une solution est plus intéressant ». 1 étudiant (pc27) explique son intérêt pour les manipulations et exercices en chimie générale : « Je préfère : exercice, manipulation en chimie générale » et 1 étudiant (Pb21) précise que son intérêt revient aux calculs dans cette sous-discipline « J'apprécie les calculs de chimie générale ».

[71] Moins marqué : l'effectif de l'intérêt (moyen et faible et très faible) est beaucoup plus présent que l'effectif de l'intérêt (fort et très fort).

En conclusion, l'intérêt pour les sous-disciplines permet de construire ou de renforcer l'affinité pour la discipline (§ 1.2.1 & 2.5, Q2 & H2.a)

4.1.5 Etude de conséquences de l'affinité disciplinaire

Nous présentons dans cette partie les effets éventuels de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement. Nous présentons ensuite deux exemples de l'expérience vécue pendant le stage en responsabilité.

Effets possibles de l'affinité sur l'enseignement de la physique et de la chimie

Nous présentons dans cette partie les résultats de l'effet éventuel de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement de la physique et sur l'enseignement de la chimie chez tous les étudiants, chez les étudiants d'affinité « chimie », chez les étudiants d'affinité « physique ».

Chez tous les étudiants

Le tableau 29 indique le nombre de réponses d'étudiants affirmant des effets possibles de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement de la physique et de la chimie.

Effets de l'affinité relative sur l'enseignement	**Nombre de déclarations concernant les effets de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement**
Oui	40 (56%)
Non	30 (42%)
Pas de réponse	2 (3%)
Total	72 (100%)

Tableau 29. Nombre de déclarations concernant les effets possibles de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement chez tous les étudiants (Nb=72)

La moitié des étudiants (56%) pensent que leurs affinités disciplinaires influenceraient leur enseignement de la physique et celui de la chimie.

Nous allons étudier les explications de l'effet de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement dans les parties suivantes.

Chez les étudiants d'AC

21/30 (70%) étudiants déclarent des effets de l'affinité sur l'enseignement de la physique et de la chimie. Nous avons fait des catégories pour regrouper les réponses des étudiants afin de classer les réponses. Le tableau 30 présente le nombre de déclarations pour ces catégories (§ 2.1.2 & 3.6.1) indiquant l'effet de l'affinité pour la chimie sur l'enseignement de la chimie

[72] Il existe cinq étudiants qui donnent des raisons pour expliquer la faiblesse de leur intérêt pour la chimie physique. cb1 a l'intérêt très faible pour la chimie physique « Je n'aime pas la chimie physique car elle se rapporte trop à la physique ». cc3 a l'intérêt moyen pour la chimie physique : « chimie physique, thermo ressemble beaucoup à la thermophysique ». cb17 a l'intérêt très faible pour chimie physique « Le moins : ceux qui sont les plus mathématiques ».

ainsi que le nombre de déclarations pour les catégories de l'effet de l'affinité pour la chimie sur l'enseignement de la physique :

Catégories de l'effet de l'affinité « chimie » sur l'enseignement de la chimie	**Nombre de déclarations**
Avoir un sentiment de confort et d'assurance dans l'enseignement de la chimie	5
Transmettre l'affinité pour la chimie aux élèves	3
Approfondir l'enseignement en chimie	3
Consacrer beaucoup plus de temps en chimie qu'en physique	1
Préférer les travaux pratiques en chimie	1
Catégories de l'effet de l'affinité « chimie » sur l'enseignement de la physique	**Nombre de déclarations**
Allonger la préparation du cours en physique	5
Rester au niveau du phénomène	2
Avoir d'effets sur l'enseignement de quelques notions physiques	2
Avoir d'effets sur l'enseignement de sous-disciplines en physique	3

Tableau 30. Nombre de déclarations par catégories de l'effet de l'affinité « chimie » sur l'enseignement de la chimie et celui de la physique chez les étudiants d'AC (Nb=30)

Nous donnons d'abord quelques exemples issus des catégories relevant de l'effet de l'affinité pour la chimie sur l'enseignement de la chimie :

Dans la catégorie « avoir un sentiment de confort et d'assurance dans l'enseignement de la chimie », nous avons regroupé les réponses prenant en compte les cas suivants : plus de plaisir pour enseigner la chimie, être enthousiaste en chimie, plus d'énergie pour enseigner la chimie. Par exemple ca9 explique « Bien sûre, j'ai plus de plaisir à enseigner la chimie donc mes cours sont plus dynamique et attrayants » et cc3 : « Oui, plus d'envie, et d'énergie à enseigner la chimie mais aussi plus de compassion envers les élèves qui échouent en physique ».

La catégorie « transmettre l'affinité pour la chimie aux élèves », peut être illustrée par l'exemple de cd29 qui serait un plus « enthousiaste » dans l'enseignement de la chimie et en conséquence ses élèves « préféreront peut-être la chimie ».

Nous avons regroupé les réponses expliquant que le cours de chimie sera plus approfondi dans la catégorie « approfondir l'enseignement en chimie » : cd18 « De par ma préférence et ma meilleure maîtrise de la chimie j'aurais à mon avis tendance à expliquer et montrer des choses hors programmes en chimie à mes élèves pas en physique (sauf évènement particulier) » et cb1 « Je pense que j'approfondirai plus et serai plus à même de faire du complément de cours en chimie qu'en physique ».

Nous donnons maintenant quelques exemples illustrant les catégories de l'effet de l'affinité « chimie » sur l'enseignement de la physique :

Dans la catégorie « Allonger la préparation du cours en physique», nous avons regroupé les réponses des étudiants qui parlent de l'effet de l'affinité pour la chimie pendant la préparation de cours en physique : ce2 « Je ferais certainement plus d'effort pour préparer mes cours de

physique. Recherches approfondies » et cb12 « Je pense que j'aurai plus de préparation à faire pour les cours de physique ».

La catégorie « Rester au niveau du phénomène », regroupe les réponses prenant en compte l'effet de l'affinité sur l'explication de l'étudiant en physique : cd29 pense en physique qu'il va beaucoup expliquer « avec les mains » et « beaucoup insister sur la compréhension du phénomène, peut-être plus que sur sa quantification ».

A travers ces résultats, il semble que l'affinité pour la chimie a des effets sur les futurs enseignants et leurs élèves (être beaucoup plus confortable dans l'enseignement de la chimie que celui de la physique et transmettre de l'affinité « chimie » aux élèves) ce qui cohérent avec leur affinité pour la chimie ainsi que sur l'enseignement de la physique (sur la préparation de l'enseignement en physique et l'explication en cours) (§ 2.1.2 & 2.5 : Q3 et H3.a et H3.b).

Par ailleurs, 9 étudiants d'AC sur 30 ne prévoient pas d'effets de leur affinité pour la chimie sur l'enseignement de la physique et de la chimie.

Chez les étudiants d'AP

19 étudiants déclarent des effets de l'affinité pour la physique sur l'enseignement, alors que 13 étudiants ne prévoient pas d'effets et, deux étudiants ne répondent pas.

Nous avons fait des catégories pour regrouper les réponses des étudiants explicitant les raisons de l'effet de l'affinité « physique » sur l'enseignement. En effet, le tableau 31 présente le nombre de déclarations pour chaque catégorie d'effet de l'affinité pour la physique sur l'enseignement de la physique ainsi que le nombre de déclarations pour les catégories de l'effet de l'affinité pour la physique sur l'enseignement de la chimie :

Catégories de l'effet de l'affinité « physique » sur l'enseignement de la physique	**Nombre de déclarations**
Avoir un sentiment de confort et d'assurance dans l'enseignement de la physique que dans celui en chimie	8
Approfondir l'enseignement en physique	3
Consacrer beaucoup de temps en physique qu'en chimie	2
Préférer la partie théorique dans la physique	1
Catégories de l'effet de l'affinité « physique » sur l'enseignement de la chimie	**Nombre de déclarations**
Se former en préparant un cours en chimie	1
Avoir d'effets sur l'enseignement de quelques notions chimiques	1
Avoir d'effets sur l'enseignement de sous-disciplines en chimie	4
Avoir d'effets sur les travaux pratiques en chimie (moins de TP)	2

Tableau 31. Nombre de déclarations pour les catégories de l'effet de l'affinité « physique » sur l'enseignement de la physique et celui de la chimie chez les étudiants d'AP (Nb=34)

Nous donnons d'abord quelques exemples de réponses illustrant les catégories de l'effet de l'affinité « physique » sur l'enseignement de la physique :

Dans la catégorie « avoir un sentiment de confort et d'assurance dans l'enseignement de la physique que dans celui en chimie », nous avons placé par exemple la déclaration de pb33 « Il est toujours préférable de connaitre un sujet pour l'enseigner donc il sera pour moi plus facile et je serai plus motivé pour enseigner la physique que la chimie ».

Pour la catégorie « consacrer beaucoup de temps à la physique », pc24 nous avons placé par exemple la déclaration de « Je pense que j'ai tendance à plutôt travailler ce que j'aime et j'aurais tendance à passer davantage de temps à enseigner la physique ».

Par rapport à la catégorie « approfondir l'enseignement de la physique », nous avons placé par exemple la déclaration de pc34 « L'effet qu'il pourrait y avoir serait peut-être plus d'anecdotes où de détails historiques sur la physique, car cela m'intéresse plus » (§ voir la partie suivante : deux exemples) et pc6 « Il est évident qu'il y aura un effet : la physique est mon domaine, j'ai davantage de connaissances. Il est donc logique que je développe davantage la physique sans pour autant détester la chimie. Il y aura donc un impact notable ».

Nous donnons maintenant quelques exemples concernant les catégories de l'effet de l'affinité « physique » sur l'enseignement de la chimie :

La réponse qui suit s'inscrit dans les deux catégories « effet sur l'enseignement des notions en chimie » et « avoir des effets sur les travaux pratiques en chimie » : pc20 « Oui probablement j'aurai certainement plus de mal à illustrer les notions de chimie à l'aide d'exemples concrets. J'ai également tendance à voir la chimie plus expérimentale que théorique et le volume de TP attribué à chaque matière sera certainement impacté ».

Dans la catégorie « se former en préparant un cours en chimie », nous avons placé par exemple la déclaration de pb2 « Oui, évidemment. A vrai dire, je redécouvre la chimie en préparant le concours, je la considère toujours comme une branche particulière de la physique mais elle me permet de me placer dans la peau d'un élève (avec une exigence supérieure tout de même) plus facilement, et pour chaque notion que je dois aborder, je reprends depuis le début en cherchant les anecdotes qui me seront utiles. Très enrichissant ».

Dans la catégorie « avoir des effets sur l'enseignement des sous-disciplines de la chimie », nous regroupons les réponses qui décrivent des difficultés pour l'enseignement de sous-disciplines : pb30 « Peut-être au lycée : avec toujours cette chimie organique. Je ne peux pas avoir envie de m'attacher sur le sujet », pc17 « oui car en lycée section S, trop de chimie organique qui peut poser des problèmes de connaissances » et pe18 « peut-être en chimie organique, à cause de quelques lacunes persistantes ».

A travers ces résultats, il semble que l'affinité pour la physique a des effets sur l'enseignement de la physique pour 19/34 futurs enseignants (ils sont beaucoup plus confort dans l'enseignement de la physique que celui de la chimie et approfondissent leur enseignement) ainsi que sur l'enseignement de la chimie (sur les travaux pratiques en chimie et la préparation des cours de l'enseignement en chimie) (§ 2.1.2 & 2.5, Q3 & H3.b).

En conclusion nous pouvons considérer que plus de la moitié (40/72) des étudiants futurs enseignants de sciences physiques-chimiques pense que leur affinité disciplinaire aura un effet sur leur enseignement.

Deux exemples particuliers

Nous présentons ici le cas de deux étudiants (cd29, pc34) à propos de l'effet de leur affinité sur leur enseignement. Il s'agit d'une sorte de portrait de ces enseignants vus sous l'angle de l'effet de leur affinité sur leur enseignement. Nous avons choisi ces deux étudiants car ils illustrent la diversité des effets de l'affinité sur l'enseignement. Nous nous appuyons sur leurs déclarations recueillies pendant les entretiens que nous avons menés avec eux.

pc34 déclare qu'elle préfère enseigner la physique alors que cd29 préfère l'enseignement de la chimie.

pc34 s'appuie sur plus « d'anecdotes où de détails historiques sur la physique », car cela l'intéresse plus alors que cd29 pense qu'il est plus « enthousiaste » en chimie et en déduit que, peut-être, ses élèves le seront aussi. Pour cd29, l'enseignement de la physique demande beaucoup d'explications « avec les mains », et il va « insister sur la compréhension du phénomène » parce qu'il n'aime pas trop « les calculs ». Donc, chaque étudiant voit clairement des effets éventuels de son affinité sur l'enseignement (§ 2.5, Q3 & H3.a & H3.b).

Pendant le stage en responsabilité, pc34 déclare qu'elle suit le Bulletin Officiel (BO) pour voir les contenus que les élèves doivent retenir et réfléchit à la manière dont elle les intègre dans son enseignement. Par exemple : pour enseigner « la loi de Boyle Mariotte » (gaz parfait) en seconde, elle a choisi un TP dans le manuel Bordas 2010, tout en donnant aux élèves le volume de gaz parce qu'il leur est difficile, selon elle, de trouver ce volume, par eux-mêmes. Dans la séance suivante, elle a donné un TP aux élèves à lire sur « la loi d'Avogadro-Ampère » en appliquant la démarche d'investigation (BO seconde, 2010) afin de faire travailler les élèves sur des données expérimentales. En chimie, elle a juste animé un seul TP « classique » en première S tiré de manuel Bordas 2011, concernant l'extraction de l'acide citrique du jus de citron.

cd29 mentionne qu'il a bénéficié des ressources pour l'enseignement de la physique provenant d'un professeur de mécanique qui lui a fourni des liens pour l'apprentissage de la mécanique via le site de l'université Lyon 1. Il ne mentionne pas de ressource spécifique pour l'enseignement de la chimie. Selon lui, il n'y a pas de grande différence entre la préparation d'un cours de chimie et celui de physique parce que le nouveau programme en seconde mêle les deux disciplines selon les thèmes : « santé, sport, et univers ». Il réalise son enseignement de physique et celui de chimie de la même façon : au départ il prépare la séance de TP en prévoyant à la suite celle-ci des exercices d'application assez proches du TP, et ensuite ses exercices se complexifient petit à petit. Pour conclure, il donne un résumé du cours en insistant les notions que les élèves doivent connaître à la fin de chaque chapitre.

Ces exemples permettent d'illustrer le fait que l'affinité peut avoir un effet sur différentes dimensions de l'enseignement (travail collectif, préparation de cours, interaction avec les élèves, contenu abordé en cours (moins de théorie et plus de phénomènes / dimension historique).

Conclusion

L'affinité permet d'avoir un sentiment de confort et d'assurance dans l'enseignement de la discipline majeure, d'approfondir cet enseignement, de consacrer beaucoup de temps à

l'enseigner. En revanche, pour la discipline mineure, l'enseignant passe plus de temps à préparer ces cours, pense pouvoir mieux comprendre les difficultés des élèves (ou montrer de la compassion).

Nous avons présenté deux études de cas concernant les effets éventuels de leurs affinités disciplinaires sur leur enseignement pendant le stage en responsabilité. Cette analyse montre que l'affinité a des effets sur différentes dimensions de l'activité d'un enseignant (préparation de cours, travail collectif, contenu abordé, temps passé à enseigner la discipline majeure, notion d'histoire de la discipline). Nous pouvons en déduire que l'affinité disciplinaire constitue le noyau de l'affinité didactique (Alturkmani, 2014) (§ 2.5, Q4 & H4.d), qui pourra se développer au cours de la carrière de ces enseignants.

4.1.6 Lien entre affinité et maîtrise disciplinaire

Nous présentons dans cette partie les résultats des liens entre l'affinité disciplinaire et la maîtrise disciplinaire déclarée par les étudiants d'affinité « physique » et d'affinité « chimie ».

Les résultats montrent que les étudiants choisissent une maîtrise de 1 à 5 de côté de la physique ou de la chimie ou une maîtrise égale au bac+1, bac+2, bac+3 (§ 3.6.1).

La majorité des étudiants d'affinité « chimie » choisissent une maîtrise de 1 à 5 de côté de la chimie (annexe 4.6) : 25/30 au bac+1 ; 28/30 au bac+2 ; 28/30 au bac+3. En revanche, la majorité d'étudiants d'affinité « physique » choisissent une maîtrise de 1 à 5 de côté de la physique (annexe 4.6) : 20/34 au bac+1 ; 25/34 au bac+2 ; 24/34 au bac+3.

En conclusion, nous trouvons qu'il y a une relation entre l'affinité disciplinaire et la maîtrise disciplinaire. Autrement dit, la majorité d'étudiants déclarent une maîtrise répartie de 1 à 5 pour la discipline majeure.

4.1.7 Conclusion

Nous avons présenté dans cette partie l'analyse du questionnaire A et l'analyse des entretiens menés avec six étudiants.

89% ont un intérêt relatif disciplinaire pour la physique ou la chimie (§ 1.1.2) : 30 étudiants ont un intérêt relatif pour la chimie et 34 ont un intérêt relatif pour la physique.

Les étudiants déclarant un intérêt relatif pour une discipline manifestent une conscience disciplinaire forte pour cette discipline (§ 1.1.3). Les entretiens menés avec six étudiants confirment ces premiers résultats (§ 2.5, Q1 & H1.a).

Les formations disciplinaires (physique ou chimie) contrairement aux formations bi-disciplinaires (physique-chimie) constituent un bon indicateur de l'intérêt disciplinaire. De plus, la construction de l'affinité disciplinaire est majoritairement être déterminée par l'enseignement reçu (§ 2.5, Q4 & H4.a). Les ressources du type « vulgarisation scientifiques » sont celles qui ont un plus grand effet sur la genèse de l'affinité (§ 2.5, Q4 & H4.c).

Majoritairement, l'intérêt disciplinaire (physique et chimie) évolue. Il se crée majoritairement au collège ou au lycée pour les deux disciplines. C'est à l'université que l'intérêt pour la discipline mineur diminue (§ 2.5, Q4). Les catégories de la genèse de l'intérêt pour la discipline majeure sont : enseignement reçu pendant la scolarité, rapport aux sous-disciplines de la discipline majeure (§ Q2.5, Q4.2 & H4.2.a).

Nous avons montré qu'il y a une corrélation entre l'intérêt en mathématiques et l'intérêt en physique au collège et au lycée et à l'université chez les étudiants d'affinité « physique » et que la relation avec les mathématiques chez les étudiants d'affinité « physique » est différente de celle des étudiants d'affinité « chimie ».

De même, il existe une corrélation entre l'intérêt en chimie et l'intérêt en biologie au collège chez les étudiants d'affinité « chimie » ainsi qu'une corrélation entre l'intérêt en physique et l'intérêt en géologie au collège et au lycée chez les étudiants d'affinité « physique ».

L'intérêt pour la physique et pour la chimie ne sont pas isolés. Ils existent dans un réseau d'intérêts disciplinaires (§ 1.2.1 & 2.5, Q2 & H2.a).

La sous-discipline la chimie générale (contenant des aspects mathématiques) provoque un intérêt pour la majorité des étudiants qu'ils aient une affinité pour la physique ou la chimie.

L'intérêt pour les sous-disciplines contribue à construire ou renforcer l'affinité pour la discipline (§ 1.2.1 & 2.5, Q2 & H2.a).

La moitié des étudiants-futurs-enseignants pensent que leur affinité peut avoir un effet sur leur enseignement (§ 2.5, Q3 & H3.b). L'affinité disciplinaire est le noyau de l'affinité didactique (§ 2.5, Q4 & H4.d).

Pour la majorité des étudiants-futurs-enseignants, leur maîtrise disciplinaire est cohérente avec leur affinité disciplinaire au collège, au lycée et à l'université.

Les entretiens confirment les premiers résultats obtenus à travers le questionnaire. Ainsi, la complémentarité entre les outils méthodologiques (questionnaire entretien) nous semble intéressante pour bien clarifier principalement la conscience disciplinaire, mais aussi les effets de l'affinité sur l'enseignement.

4.2. Analyse du questionnaire B (enseignants de SPC en poste)

Nous présentons dans cette partie l'analyse du questionnaire B concernant l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique chez les enseignants en poste. Il s'agit d'abord de présenter l'analyse de l'intérêt relatif disciplinaire et didactique. Nous présentons ensuite la genèse et l'évolution de l'intérêt disciplinaire. Puis nous exposons l'analyse de l'évolution de l'intérêt didactique. Nous comparons enfin l'évolution de l'intérêt disciplinaire et didactique.

4.2.1 Intérêt relatif disciplinaire et didactique repérables

Nous présentons ici les résultats concernant l'intérêt relatif disciplinaire et didactique chez les professeurs en poste. Nous voulons ensuite savoir s'il existe une cohérence entre l'intérêt disciplinaire et l'intérêt didactique.

44 professeurs ont répondu à notre questionnaire lors du 62e congrès des professeurs de physique-chimie (29 femmes et 15 hommes) :

- Vingt-quatre professeurs (16 femmes, 8 hommes) ont un intérêt relatif pour la chimie (IRC). Parmi eux, 18 (12 femmes, 6 hommes) ont un Intérêt Relatif Didactique pour la Chimie (IRDC) et 6 (4 femmes, 2 hommes), ont un intérêt relatif didactique (IDZ) pour les deux disciplines ;

- 15 professeurs (7 femmes, 8 hommes) ont un Intérêt Relatif pour la Physique (IRP). Parmi eux, 11 (6 hommes, 5 femmes) ont aussi un Intérêt Relatif Didactique pour la Physique

(IRDP) et 4 (2 hommes, 2 femmes) ont un intérêt égal pour l'enseignement des deux disciplines ;

- 5 professeurs (femmes) ont un intérêt relatif égal pour les deux disciplines (Z) ainsi que pour l'enseignement de deux disciplines (sauf une enseignante, elle n'exprime pas son intérêt relatif pour l'enseignement).

A travers cette étude, nous repérons que la majorité des enseignants expérimentés 39/44 (89%) déclarent un intérêt relatif disciplinaire soit pour la chimie soit pour la physique. Ce pourcentage est identique à celui trouvé chez les étudiants se destinant au métier d'enseignant (§ 4.1.1). Par rapport au sexe, nous repérons que l'effectif des femmes qui ont un intérêt pour la chimie et son enseignement 12/29 (41%) est beaucoup plus élevé que celui des femmes qui ont un intérêt pour la physique et son enseignement 5/29 (17%) (§ 1.1.2). En parallèle, deux tiers des enseignants 29/44 (66%) déclarent un intérêt relatif pour l'enseignement de l'une ou l'autre discipline qui est cohérent avec leur intérêt relatif disciplinaire. En revanche, un quart des enseignants 10/44 (23%) ont un intérêt relatif pour une discipline mais ont un intérêt relatif égal pour l'enseignement de deux disciplines.

4.2.2 Genèse et évolution de l'intérêt disciplinaire

Nous présentons dans cette partie les moments de constitution de l'intérêt disciplinaire et l'évolution de cet intérêt en étudiant séparément les enseignants d'intérêt « physique » et ceux d'intérêt « chimie ».

L'intérêt disciplinaire pour la chimie se constitue pendant les études secondaires, chez les IRC et les IRP

Nous analysons ici les résultats relatifs aux moments de constitution de l'intérêt pour la chimie chez les professeurs en poste.

Pour déterminer le moment où l'intérêt pour la chimie se constitue, nous cherchons le moment auquel l'intérêt apparaît moyen, fort ou très fort pour chaque professeur. L'annexe (5.3) permet de connaître les moments de constitution. Nous avons trouvé que l'intérêt pour la chimie se constitue :

- au collège pour 13 professeurs (7 d'IRC, 5 d'IRP, 1 Z) ;

- au lycée pour 18 professeurs (12 d'IRC, 3 d'IRP, 3 Z) ;

- en classe préparatoire pour les grandes écoles (CPGE) pour 3 professeurs (2 d'IRC, 1 d'IRP) ;

- à l'université pour 3 professeurs (2 d'IRC, 1 d'IRP) ;

- à l'agrégation pour 1 seul professeur d'IRC ;

- en thèse pour 1 seul professeur d'IRC;

Nous remarquons également que

- 1 seul enseignant d'IRP, a un intérêt pour la chimie qui se constitue en tant qu'enseignant ;

- 2 enseignants d'IRP n'expriment pas leur intérêt pour la chimie ;

- Un enseignant (pa32at) n'a pas d'intérêt pour la chimie (intérêt est toujours inférieur à 1 (très faible)) ;

- un enseignant a l'intérêt pour la chimie très tôt avant le collège (Z40t).

L'intérêt pour la chimie se constitue donc avant les études post-bac pour trois quart des professeurs (21 d'IRC, 9 d'IRP, 4 Z) et ce, surtout au lycée chez les enseignants d'IRC (12/24) et au collège chez les professeurs d'IRP (5/15).

Nous allons maintenant étudier l'évolution de l'intérêt pour la chimie (annexe 5.1). Nous avons choisi de présenter l'effectif de l'enseignant dont l'intérêt augmente pour la chimie graphiquement. En effet, l'effectif de l'enseignant dont l'intérêt pour la chimie augmente est beaucoup plus marqué dans plusieurs moments que l'effectif de l'enseignant dont l'intérêt pour la physique diminue ou reste stable (annexe 5.5).

Nous présentons dans la figure 21 l'effectif d'enseignants dont l'intérêt pour la chimie augmente en fonction du moment (§ 3.6.2) auquel il augmente chez les enseignants d'intérêt relatif pour la chimie, chez les enseignants d'intérêt relatif pour la physique, chez les enseignants d'intérêt égal. Rappelons que nous considérons que l'intérêt augmente qu'il y a une augmentation à un moment (+1, +2, +3, +4).

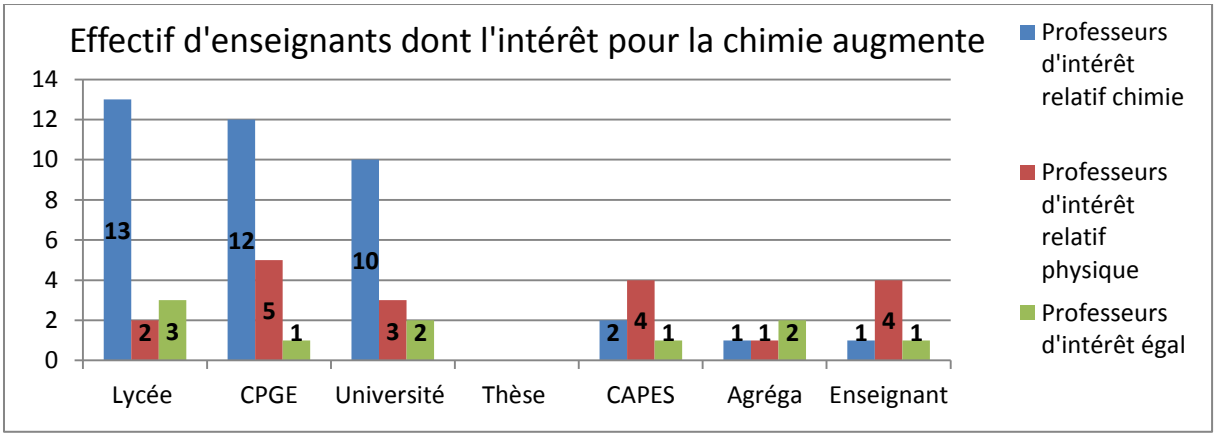


Figure 21 : Augmentation de l'intérêt pour la chimie au cours de la carrière des enseignants (effectif total 44, IRC 24, IRP 15, Z 5)

A travers le figure 21, nous repérons qu'il y a :

- Augmentation de l'intérêt pour la discipline majeure chez les enseignants d'IRC en tant qu'élève et étudiant au lycée (13/24) et en CPGE (12/24) et en Université (10/24). Ces résultats correspondent à ceux trouvés chez les étudiants d'affinité chimie (§ 4.1.2) ;

- Augmentation de l'intérêt pour la discipline mineure (la chimie pour les enseignants d'IRP), en CPGE (5/15) au CAPES (4/15) pendant leur enseignement (4/15).

Par ailleurs, la diminution de l'intérêt pour la chimie est marquée à l'université chez 5 enseignants d'IRP (§ annexe 5.5). Ces résultats correspondent à ceux trouvés chez les étudiants d'affinité physique (§ 4.1.2).

L'intérêt disciplinaire pour la physique se constitue pendant les études secondaires, chez les IRC et les IRP

Nous présentons ici les résultats relatifs aux moments de constitution de l'intérêt pour la physique chez les professeurs en poste.

A partir des données recueillies et présentées dans l'annexe (5.4) nous avons pu identifier les moments de la constitution de l'intérêt pour la physique :

- au collège pour 17 professeurs (6 d'IRC, 9 d'IRP, 2 Z) ;
- au lycée pour 14 professeurs (10 d'IRC, 2 d'IRP, 2 Z) ;
- en CPGE pour 4 professeurs (2 d'IRC, 2 d'IRP) ;
- à l'université pour 3 professeurs (2 d'IRC, 1 d'IRP) ;
- au CAPES pour 2 professeurs (2 d'IRC) ;
- en tant qu'enseignant pour 1 professeur (1 d'IRC);

Notons également que 2 professeurs (1 d'IRP et 1 Z) n'expriment pas d'intérêt pour la physique et un professeur a un intérêt avant le collègue (z40t).

L'intérêt pour la physique se constitue avant l'université pour les trois quart des professeurs (18 d'IRC, 13 d'IRP, 4 Z) surtout au collège chez les enseignants d'IRP (9/15) et au lycée chez les enseignants d'IRC (10/24).

Nous allons maintenant étudier l'évolution de l'intérêt pour la physique (annexe 5.2). Nous avons choisi de présenter l'effectif de l'enseignant dont l'intérêt augmente pour la physique graphiquement. En effet, l'effectif de l'enseignant dont l'intérêt pour la physique augmente est beaucoup plus marqué dans plusieurs moments que l'effectif de l'enseignant dont l'intérêt pour la physique diminue ou reste stable.

Nous présentons donc dans la figure 22 l'effectif d'enseignants dont l'intérêt pour la physique augmente (+1, +2, +3, +4) en fonction du moment auquel il augmente chez les enseignants d'intérêt relatif pour la chimie, chez les enseignants d'intérêt relatif pour la physique, chez les enseignants d'intérêt égal.

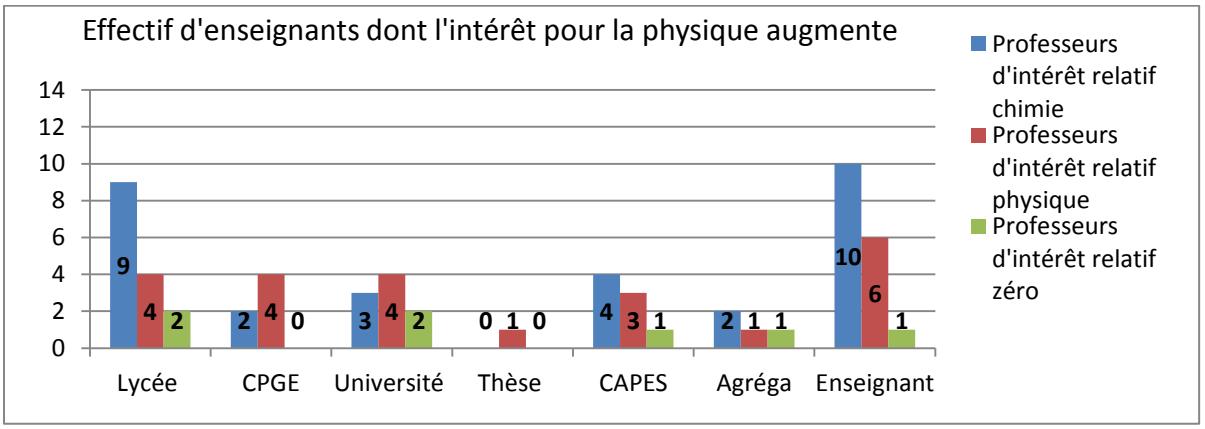


Figure 22 : Augmentation de l'intérêt pour la physique au cours de la carrière des enseignants (effectif total 44, IRC 24, IRP 15, Z 5)

A travers le figure 22, nous repérons qu'il y a :

- Augmentation de l'intérêt pour la discipline majeure est continue chez les enseignants d'IRP en (lycée (4/15), CPGE (4/15), université (4/15), CAPES (3/15), en tant qu'enseignant (6/15)). En revanche, l'augmentation de l'intérêt pour discipline majeure chez les enseignants d'IRC est plus marquée au lycée et CPGE et université (voir figure 21) ;

- Augmentation de l'intérêt pour la discipline mineure (la physique pour les enseignants d'IRC), en tant qu'élève au lycée (9/24) lors de la préparation du CAPES (4/24), ou pendant l'enseignement (10/24).

Par ailleurs, la diminution de l'intérêt pour la physique est bien marqué en CPGE chez 4 enseignants d'IRC et en université chez 6 enseignants d'IRC (§ annexe 5.6). Ces résultats correspondent à ceux trouvés chez les étudiants d'affinité « chimie » (§ 4.1.2).

Explications de l'évolution de l'intérêt pour la chimie

Nous présentons dans cette partie les raisons données par les professeurs pour expliquer l'évolution de leur intérêt pour la chimie au cours du temps. Cela permettra de répondre aux questions 4 (§ 2.5) qui concernent l'émergence et l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique.

Explications de l'augmentation de l'intérêt pour la chimie

Sur un plan méthodologique, nous avons regroupé des réponses similaires (même si des termes employés sont différents) dans des catégories.

Certaines catégories ont été définies a priori à partir de la problématique (§ 1), des cadres théoriques (§ 2) et de l'introduction : enseignement reçu dans la discipline, expérimentation et Travaux Pratiques (TP) (§ introduction), relation de la discipline avec les mathématiques ou relations de la discipline avec les autres disciplines (§ 1.1.3), sous-disciplines de la discipline (§ 1.1.3), formation orientée vers une discipline (§ 1.2.1), obligation d'enseignement de la discipline (§ 2.1.1), expérience vécue (personnelle) (§ 2.1.1), reprise de la discipline en CAPES ou agrégation (§ 2.1.3), élèves (§ 2.1.2). D'autres catégories ont été repérées a posteriori : étude approfondie dans la discipline, maîtrise de la discipline, compréhension de la discipline.

Le tableau 32 présente le nombre de déclarations selon les catégories des réponses par lesquelles ils expliquent l'augmentation de l'intérêt pour la chimie au lycée, en CPGE, à l'université, en CAPES, en agrégation, et en tant qu'enseignant.

Intérêt chimie	**N° Catégories**	**Nombre de déclarations**
Augmentation au lycée	1-Enseignement reçu en chimie	8 (6 IRC, 1 IRP, 1 Z)
	2- Expérimentation et TP en chimie	6 (4 IRC, 2 Z)
	3-Relation de la chimie avec mathématiques	1 (1 IRC)
	4-Etude approfondie en chimie	2 (2 IRC)
	5-Maîtrise en chimie	1 (1 IRC)
	6-Expérience personnelle en chimie	1 (1 IRC)
	Sans réponses	3 (1 IRC, 1 IRP, 1 Z)
	Total citations	19
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en CPGE	1-Enseignement reçu en chimie	6 (5 IRC, 1 IRP)
	7-Sous-disciplines de la chimie	3 (1 IRC, 2 IRP)

	8-Compréhension en chimie	1 (1 IRC)
	4-Etude approfondie en chimie	2 (1 IRC, 1 IRP)
	5-Maîtrise en chimie	1 (1 IRC)
	Sans réponses	3 (3 IRC)
	Total citation	13
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en université	1-Enseignement reçu en chimie	2 (1 IRC, 1 IRP)
	2- Expérimentation et TP en chimie	1 (1 IRC)
	7-Sous-disciplines de la chimie	3 (3 IRC)
	4-Etude approfondi en chimie	2 (1 IRP, 1 Z)
	9-Formation orientée vers la chimie	3 (3 IRC)
	Sans réponse	4 (4 IRC)
	Total citation	11
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en CAPES	10-Reprise de la chimie en CAPES	6 (2 IRC, 4 IRP)
	Sans réponses	1 (1 Z)
	Total citation	6
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en agrégation	7-Sous-disciplines en chimie	2 (2 IRP)
	8-Compréhension	1 (1 Z)
	Sans réponse	1 (1 IRC)
	Total citation	3
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en tant que professeur	11-Obligation d'enseignement de la chimie	4 (4 IRP)
	12-Elèves	1 (1 Z)
	Sans réponse	1 (1 IRC)
	Total citation	5

Tableau 32. Nombre de déclarations pour les catégories expliquant l'augmentation de l'intérêt pour la chimie

Nous présentons maintenant quelques exemples pour illustrer ces catégories. Nous donnons plusieurs exemples quand la catégorie existe pour différents moments (collège lycée université). Nous veillons à donner des exemples qui sont assez complets.

Dans la catégorie 1 « enseignement reçu », nous regroupons les réponses prenant en compte le rôle de l'enseignant dans la transmission de l'affinité « chimie » : ca4t souligne que son enseignant en terminale lui a transmis l'intérêt pour la chimie « l'enseignant de TS m'a donné le goût de cette matière ». ca1t souligne qu'en CPGE « J'ai eu un professeur de chimie remarquable en classes préparatoires ». pd25t explique qu'il a eu un professeur passionnant « PRAG génial à la FAC (et responsable des L1) ».

Dans la catégorie 2 « Expérimentation et TP » figurent les réponses qui indiquent explicitement que les travaux pratiques ou les expérimentations en chimie permettent d'augmenter l'intérêt pour la chimie : Ca4t : « Lycée = j'aimais l'idée de l'eau qui s'écoule dans la verrerie, son bruit… ». Ca43t-pd43t « intérêt croissant pour la chimie = TP effectués au lycée très intéressants et très concrets (changements de couleur, dosages, vérification de la nature et de la pureté des produits synthétisés!!) ».

La catégorie 3 « relation de la chimie avec les mathématiques », comprend les réponses évoquant des aspects mathématiques en chimie. Par exemple : cb8t « du collège au lycée : apparition de plus de mathématiques et de plus de rigueur dans les raisonnements ».

La catégorie 4 « étude approfondie » en chimie renvoie à des réponses évoquant l'approfondissement de l'étude en chimie ce qui augmente l'intérêt. Cd16t indique « approfondissement de la matière » ce qui a augmenté son intérêt pour la chimie au lycée. Cc15t rajoute qu'il y avait des horaires importants pour la chimie en lycée « horaire plus important et étude plus approfondie de la discipline ». Pe33t indique que la chimie en CPGE est différente de celle en lycée et collège : « découverte de la chimie en prépa. Autre façon d'aborder la chimie ».

La catégorie 5 « maîtrise en chimie » comprend les réponses évoquant les notes obtenus en chimie ce qui permet d'augmenter l'intérêt. cd19t mentionne que son intérêt pour la chimie augmente parce qu'il l'a découvert en lycée et qu'il l'a trouvé plus facile que la physique et donc qu'il a de « meilleurs résultats ».

Pour la catégorie 6 « expérience personnelle en chimie » : l'olympiade de la chimie en tant qu'élève en terminale C a augmenté l'intérêt de cb17t pour la chimie « 1987 terminale C : olympiades de chimie ».

La catégorie 7 « sous-disciplines de la chimie » regroupe les réponses prenant en compte diverses sous-disciplines de la chimie. pb27t « intérêt pour la chimie organique en prépa » ; Pc28t « programme de prépa (chimie organique) intéressant » ; A l'université, Z42t « Découverte de la chimie analytique. Découverte de la synthèse organique raisonnée ».

La catégorie 8 « compréhension en chimie » comprend les réponses expliquant l'augmentation grâce à la compréhension en chimie : cb37t mentionne qu'il comprenait bien la chimie ce qui lui a permis de réussir en CPGE « à la prépa : meilleure compréhension et réussite dans le domaine ».

Dans la catégorie 9 « formation orientée vers la chimie » figurent les réponses qui indiquent explicitement le rôle de connaissances acquises dans les formations en chimie. cb3t : intérêt grâce aux formations en « école d'ingénieur chimiste » ; pour cc5t l'intérêt augmente au fur et à mesure « jusqu'à complète spécialisation (école ingénieure chimiste) ».

La catégorie 10 « Reprise de la chimie en CAPES » comprend les réponses indiquant que le fait de reprendre, dans le cadre de la préparation au CAPES, les connaissances vues préalablement a accru leur intérêt : ce20t « reprise approfondie des notions CAPES » ; pc31t à la prépa capes : « j'ai réellement appréhendé et compris certains phénomènes » ; pe33t : « redécouverte de la chimie fondamentale et basique ».

La catégorie 11 « obligation d'enseignement de la chimie » regroupe les réponses prenant en compte l'effet de la nécessité de dispenser un enseignement : pb23t « mon intérêt a un peu

augmenté dès lors que j'ai été amené à l'enseigner » ; pe33t « enseignant : redécouverte de la chimie fondamentale et basique » ; pb27t « enseignement en 1ère STL (Bacc.) ». pc28t « enseignement de chimie organique ».

La catégorie 12 « élève » renvoie à des réponses évoquant la réaction des élèves comme facteur d'augmentation de l'intérêt : Z39t mentionne que son intérêt pour la chimie augmente grâce à ses élèves intéressés « enseignant : enthousiasme des élèves ».

A travers cette étude, nous repérons que la catégorie la plus fréquente pour expliquer l'augmentation de l'intérêt pour la chimie est « l'enseignement reçu » (8 citations au lycée (6 IRC, 1 IRP, 1 Z), 6 citations en CPGE (5 IRC, 1 IRP), 2 citations en université (1 IRC, 1 IRP), 2 citations en CAPES (2 IRP)). En seconde place se trouve la catégorie « sous-disciplines » de la chimie (3 citations en CPGE (1 IRC, 2 IRP), 3 citations en universités (3 IRC), 2 en agrégation (2 IRP)). En troisième place se trouve, la catégorie « Expérimentation et TP » en chimie (6 réponses en lycée (4 IRC, 2 Z), 1 réponse en université (1 IRC)).

Par rapport aux autres catégories, il semble bien que les deux catégories « reprise de la chimie en CAPES » (2/24 IRC, 4/15 IRP) et « obligation d'enseignement de la chimie en tant qu'enseignant » (4/15 professeurs d'IRP) permettraient de développer la conscience pour la chimie en révisant ou développant les connaissances en chimie ce qui conduirait à développer l'intérêt pour la chimie. Cela est marqué surtout chez des professeurs d'IRP : l'obligation d'enseigner, de faire un retour sur la discipline, fait bouger les connaissances et la conscience disciplinaire, et, à la fin de faire bouger l'affinité disciplinaire.

Explications de la diminution de l'intérêt pour la chimie

Deux catégories sont repérées dans les réponses des enseignants : « Enseignement reçu » et la « formation orientée vers la physique » :

- Enseignement reçu par les professeurs (2 enseignants : 1 d'IRC, 1 d'IRP) : les deux enseignants mentionnent qu'ils avaient des professeurs à l'université qui ne sont pas beaucoup intéressé à l'enseignement de la chimie. cc13t « licence : enseignants-chercheurs peu intéressants. Pas de pédagogie ; trop abstrait ». pb34t précise qu'il avait à la faculté « Peu d'enseignants remarquables… » ;

- Formations pauvres en chimie (3 enseignants d'IRP) : ils indiquent que leurs formations étaient beaucoup plus importante en physique qu'en chimie ce qui diminue leur intérêt pour la chimie. Pe33t « peu de chimie en licence et master » ; pb29t « L3/M1 : peu de chimie et surtout… de ce qui avait été fait en CPGE (et de la chimie générale que j'aime moins en L3/M1) » ; pc28 à l'université « plus de chimie ».

En résumé, la cause principale de la baisse d'intérêt pour la chimie est l'« enseignement reçu ».

Explications de l'évolution de l'intérêt pour la physique

Nous présentons dans cette partie les raisons données par les professeurs pour expliquer l'évolution de leur intérêt pour la physique au cours du temps. Cela permettra de répondre aux questions 4 (§ 2.5) qui concernent l'émergence et l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique.

Explications de l'augmentation de l'intérêt pour la physique

Sur un plan méthodologique, nous avons regroupé des réponses similaires (même si des termes employés sont différents) dans des catégories.

Certaines catégories ont été définies a priori à partir de cadres théoriques (§ 2) et de l'introduction : enseignement reçu dans la discipline, expérimentation et TP, relation de la discipline avec les mathématiques, relations de la discipline avec les autres disciplines, sous-disciplines de la discipline, formation orientée vers une discipline, obligation d'enseignement de la discipline, expérience vécue (personnelle), reprise de la discipline en CAPES ou agrégation. D'autres catégories ont été repérées a posteriori : étude approfondie dans la discipline, maîtrise de la discipline, compréhension de la discipline, et programme scolaire.

Le tableau 33 présente le nombre de déclarations selon les catégories des réponses par lesquelles ils expliquent l'augmentation de l'intérêt pour la physique au lycée, en CPGE, à l'université, en CAPES, en agrégation, et en tant qu'enseignant.

Intérêt physique	**N° Catégories**	**Nombre de déclarations**
Augmentation au lycée	1-Enseignement reçu en physique	7 (3 IRC, 2 IRP, 2 Z)
	2-Expérimentation et TP en physique	4 (2 IRC, 2 Z)
	3-Relation de la physique avec mathématiques	1 (1 IRP)
	4-Etude approfondie en physique	1 (1 IRC)
	5-Programme scolaire	1 (IRC 1)
	Sans réponses	4 (4 IRC)
	Total citations	14
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en CPGE	1-Enseignement reçu en physique	1 (IRC 1)
	3-Relations de physique avec mathématiques	1 (IRC 1)
	Sans réponses	4 (IRP 4)
	Total citation	2
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en université	3-Relations de physique avec mathématiques	2 (1 IRP, 1 Z)
	6-Liens entre physique et autres disciplines	2 (1 IRP, 1 Z)
	7-Compréhension en physique	1 (1 Z)
	Sans réponse	4
	Total citation	5
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en CAPES	8- Reprise de la physique au CAPES	5 (3 IRC, 1 IRP, 1 Z)
	7-Compréhension en physique	1 (1 IRC)

	1-Enseignement reçu en physique	1 (1 IRP)
	Sans réponses	1 (1 IRP)
	Total citation	7
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en agrégation	8-Reprise de la physique en agrégation	1 (1 IRC)
	4-Etude approfondie en physique	1 (1 IRP)
	Sans réponse	2 (1 IRC, 1 Z)
	Total citation	2
	Catégories	**Nombre de déclarations**
Augmentation en tant que professeur	9-Obligation d'enseignement de la physique	11 (6 IRC, 4 IRP, 1 Z)
	Sans réponse	5 (3 IRC, 2 IRP)
	Total citation	11

Tableau 33. Nombre de déclarations pour les catégories expliquant l'augmentation de l'intérêt pour la physique

Dans la catégorie 1 « enseignement reçu », nous regroupons les réponses prenant en compte le rôle de l'enseignant dans la transmission de l'affinité « physique » :

Au lycée : cc5t « intérêt pour la physique développé grâce à l'enseignement reçu ». cb9t « professeur intéressant ». pa22t indique « entre 1e S et TS, un cours magistral bien structuré m'a permis d'ordonner les différents notions vues en 2nde et au collège ». cc18t indique qu'en CPGE, son intérêt pour la physique augmente grâce à son « prof de physique en prépa ».

Dans la catégorie 2 « Expérimentation et TP » figurent les réponses qui indiquent explicitement que les travaux pratiques ou les expérimentations en physique permettent d'augmenter l'intérêt pour la physique : Au lycée Z38t « réalisation d'expérience... Manipulations » ; Z39t « (augmentation au lycée) aspect expérimental » ; pd43t « les TP effectués au lycée ont redu la physique intéressante… ».

La catégorie 3 « relation de la physique avec les mathématiques », comprend les réponses évoquant des aspects mathématiques en physique. Par exemple : pc31 indique que « les choses ont été mathématiquement plus approfondies ». ca1t « En maths sup et spé : J'ai commencé à aimer la physique quand on l'a mise en équations ». pc28t indique que son intérêt pour la physique augmente au fur et à mesure en relation avec les connaissances mathématiques « Intérêt de la physique croissant avec une connaissance plus approfondi des outils mathématiques ».

La catégorie 4 « étude approfondie » en physique renvoie à des réponses évoquant l'approfondissement de l'étude en physique ce qui augmente l'intérêt physique. Au lycée, cc15t « approfondissement de l'étude ». En agrégation, pa22t « agrég : regard beaucoup plus profond sur la physique (de base) ».

La catégorie 5 « programme scolaire » renvoie à des réponses évoquant le curriculum comme moyen d'augmenter son intérêt pour la physique. Par exemple : cc13t indique que le programme de la physique en lycée était un « programme intéressant ».

La catégorie 6 « liens entre physique et autres disciplines », comprend les réponses qui évoquent les relations de la physique avec les autres disciplines, ce qui augmente l'intérêt pour la physique. pb34t explique qu'à l'université, son intérêt pour la physique augmente car il en voit le pouvoir explicatif en géophysique : « DEA : Mes connaissances théoriques en physique sont facilement transposables au domaine de la géophysique et s'avèrent être très puissantes pour [expliciter] des phénomènes » ; Z40t indique qu'il a découvert la biologie moléculaire en université ce qui augmente son intérêt pour la physique : « découverte biologie moléculaire ».

La catégorie 7 « compréhension en physique » comprend les réponses qui expliquent l'augmentation grâce à une bonne compréhension en physique :

Z38t précise que son intérêt pour la physique augmente en université grâce à la compréhension des phénomènes « compréhension des phénomènes en profondeur ».

Voici quelques exemples permettant d'illustrer la catégorie 8 « reprise de la physique en CAPES » : cb10t « en préparant le capes, j'ai complété mes connaissances en physique et du coup plus de goût à cette matière » ; cc5t « de l'école au concours : retour à la physique pour la préparation CAPES puis agrégation » ; Ccc13t « capes et enseignant : mise en situation. Concret. Recul sur la physique ».

La catégorie 9 « obligation d'enseignement de la physique » regroupe les réponses liées à la nécessité d'enseigner les deux disciplines : ca4t « En tant que prof, j'apprends aussi avec des élèves à décrypter la physique du quotidien » ; cb7t « Au cours de ma carrière d'enseignement, "réconciliation" progressive avec la physique (suite à discussion avec collègues et recherche-préparation des cours) » ; cc18t « découverte de la matière par le travail » ; pc24t « physique me passionne depuis que j'enseigne aux élèves ».

A travers cette étude, nous repérons que la catégorie la plus fréquente pour expliquer l'augmentation de l'intérêt pour la physique est l'« obligation d'enseigner la physique » en tant qu'enseignant avec (11 déclarations (6 IRC, 4 IRP, 1 Z)). L'« enseignement reçu » en physique est la seconde raison la plus fréquente pour expliquer l'intérêt pour la physique (7 réponses en lycée (3 IRC, 2 IRP, 2 Z) et 1 réponse en CPGE (1 IRC) et 1 réponse en CAPES (1 IRP)). En troisième lieu se trouve, la catégorie « retravail de la physique » (5 citations au CAPES (3 IRC, 1 IRP, 1 Z) et 1 citation à l'agrégation (1 IRC)).

De la même façon, il semble que le fait de retravailler « la physique au CAPES ou agrégation » et d'être « obligé d'enseigner la physique » obligent et permettent de développer la conscience disciplinaire pour la physique surtout chez les enseignants d'IRC en révisant ou développant les connaissances en physique ce qui conduirait ensuite à développer l'intérêt pour la physique.

Explications de diminution de l'intérêt pour la physique

Quatre catégories sont repérées dans les réponses des enseignants permettant d'expliquer la diminution de l'intérêt pour la physique :

- Formations orientée en chimie (2 IRC) : cc5t « école = "chute" car spécialisation chimie ». cb6t « école d'ingénieur : plus de pratique de cette matière » ;

- Enseignement reçu (1 IRC et 1 Z) : cc13t « programmes difficiles, enseignants-chercheurs peu intéressants. Pas de pédagogie ; trop abstrait. » ; Z39t « enseignement très impersonnel ».

- Relation de la physique avec les mathématiques (1 d'IRC) : Cb9t « à l'université : aspect beaucoup trop mathématique peu concret ».

- Physique difficile au supérieur : cb17t « 1990 ça devenait trop difficile à l'ENS! ».

En résumé, les catégories les plus fréquentes expliquant l'augmentation de l'intérêt pour la discipline (physique ou chimie) sont : « enseignement reçu » en tant qu'élève, « obligation d'enseignement de la discipline » en tant que professeur, « reprise de la discipline au CAPES ou agrégation » en tant qu'étudiant. Il semble que le fait de « retravailler la discipline » et l'« obligation d'enseignement de la discipline » permettent de développer la conscience disciplinaire en révisant ou développant les connaissances disciplinaires ce qui conduirait à développer l'intérêt pour la discipline.

4.2.3 Evolution de l'intérêt didactique

Nous présentons dans cette partie l'évolution de l'intérêt didactique chez les professeurs en poste. Il s'agit d'abord de présenter l'analyse de l'évolution de l'intérêt didactique en chimie. Nous analysons ensuite l'évolution de l'intérêt didactique en physique. Cela permettra de répondre aux questions 4 (§ 2.5) qui concernent l'émergence et l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique.

Augmentation et stabilité de l'intérêt didactique pour la chimie

Nous présentons ici l'analyse de l'évolution de l'intérêt didactique pour la chimie.

17/44 professeurs ont un intérêt didactique pour la chimie stable depuis toujours :

- 12/17 professeurs expriment un intérêt didactique pour la chimie fort ou très fort et ont l'intérêt relatif disciplinaire pour la chimie ;

- 2/17 professeurs expriment un intérêt relatif didactique égal et ont un intérêt didactique très fort depuis toujours pour l'enseignement de la chimie ;

- 3/17 professeurs expriment un intérêt relatif pour la physique (l'intérêt stable est très faible pour l'enseignement de la chimie pour un seul de ces professeurs).

9/44 professeurs ont un intérêt didactique pour la chimie qui augmente au fil du temps[73].

Il existe peu de diminution de l'intérêt didactique pour la chimie (3/44 professeurs).[74]

[73] l'intérêt augmente pour devenir fort ou très fort chez les 9 enseignants. Parmi eux,(7/9) enseignants ont un intérêt relatif pour la chimie : ca4t-ecc4t (augmentation de moyen en prépa médecin jusqu'à très fort en tant qu'enseignant au lycée 2011-2014), ca12t-eca12t (augmentation de 3 à 4 à 5 sans préciser les moments), cc14t-ecd14t (augmentation de l'intérêt de 3 en 1982 à 5 en 1989 et reste très fort après 1989), cd16t-ez16t (intérêt 3 en stage en 1999, intérêt 4 en agrégation en 2001, intérêt 5 en tant qu'enseignant en terminale en 2003), cb17t-ez17t (intérêt 2 en 1989, intérêt 4 en 1992, intérêt 5 en 1995 et après), cd19-ez19t (augmentation de l'intérêt de 3 à 4 sans préciser le moment), cb37t-eca37t (intérêt 4 en tant qu'enseignant aux collège-lycée, intérêt 5 en tant qu'enseignant en prépa). (2/9) enseignants ont un intérêt relatif pour la physique : pb30t-epb30t (intérêt 2 en 1971, intérêt 2 en1984, intérêt 4 après 1984 et jusqu'à sans préciser le temps), pe33t-ez33t (de la 1ère année d'enseignement jusqu'à la 7ème année : augmentation de l'intérêt de 4 à 5).

L'intérêt didactique pour la chimie de 8/44 professeurs dépend du niveau d'enseignement[75].

Il existe 7/44 professeurs qui ne donnent pas de réponse pour préciser l'évolution de leur intérêt didactique pour la chimie[76].

Pour certains professeurs (IRP ou IRC), nous trouvons une stabilité (9/44) ou une augmentation (17/44) de l'intérêt didactique en chimie surtout chez les professeurs qui ont un intérêt relatif pour la chimie (12 d'IRC/17 ; 7 d'IRC/9). Pour 8/44 enseignants, l'intérêt didactique pour la chimie dépend de la classe ou du niveau enseigné (collège, lycée, classe préparatoire, faculté).

Augmentation et stabilité de l'intérêt didactique pour la physique

Nous présentons ici l'analyse de l'évolution de l'intérêt didactique pour la physique.

Il apparaît qu'il existe une stabilité pour l'intérêt didactique en physique, une augmentation de l'intérêt didactique en physique au cours du temps, et un peu de diminution.

15/44 professeurs ont un intérêt didactique pour la physique stable depuis toujours (13 avec un intérêt fort ou très fort, 2 avec un intérêt faible)[77].

8/44 professeurs expriment une augmentation de l'intérêt didactique pour la physique[78].

3/44 professeurs expriment une diminution de l'intérêt didactique de la physique[79].

---

[74] ca11t-eca11t (intérêt 5 avant changement de programme TS, intérêt 4 après changement de programme TS), pa22t-epb22t (intérêt 3 en stage MPSI et 2 en PSI) et ca44t-eca4t (diminution de 4 en 1994 à 2 en 2012 et 2014).

[75] pb23t-epb23t (intérêt 3 en tant qu'enseignant au collège, 4 au lycée), pd25t-epd25t (intérêt 5 en tant qu'enseignant au collège, 4 au lycée), pb27t-epb27t (intérêt moins de 4 dans toutes les classes : collège, lycée), pc28t-epc28t (intérêt 2 en prépa, 1 en fac, 3 en tant qu'enseignant), pc31t-ep31t (3 en LP, 4 au collège), pb34t-ez34t (intérêt 3 au collège et 2 au lycée), z42t-pas (intérêt 2, 5, 2 sans préciser les moments),ec43t-epd43t (intérêt 4 au collège, 5 au lycée ancien programme, 4 au lycée nouveau programme 2010).

[76] ca1t (pas de réponse), ce20t-ez20t (pas de réponse), pb26t-epb26t (pas d'enseignement de chimie), pb29t-epb29t (pas de réponse), pc35t-ez35t (pas de réponse), z38-ez38 (pas de réponse), z40t-ez40t (pas de réponse)

[77] - 6/15 professeurs ont un intérêt stable depuis toujours sans préciser les moments (intérêt fort pour l'enseignement de la physique). Ils ont un intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la chimie : (cb3t-ecb3t, cb8t-ecc8t, cb9t-ecc9t, cc13t-ecd13t, cc15-ecd15t, ce21t-ez21t) ;

- 5/15 professeurs ont un intérêt stable depuis toujours sans préciser les moments sauf dans un seul cas (intérêt très fort pour l'enseignement de la physique). Ils ont l'intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la physique : pa22t-epb22t, pd25t-epd25t, pb30t-epb30t, pa32t-epa32t, pd36t-ez36t (de 1999 et depuis toujours 5) ;

- 2/15 professeurs ont un intérêt stable depuis toujours sans préciser les moments (intérêt très fort pour l'enseignement de la physique). Ils ont l'intérêt relatif disciplinaire et didactique égal : z39t-ez39t, z41t-ez41t ;

- 2/15 professeurs ont un intérêt stable depuis toujours (intérêt très faible pour l'enseignement de la physique). Ils ont l'intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la chimie : Cc5t-eca5t, ca12t-eca12t.

[78] - 5/8 professeurs ont un intérêt pour la physique qui augmente pour devenir fort ou très fort. Ils ont l'intérêt relatif disciplinaire pour la chimie : cb7t-ecd7t (augmentation de l'intérêt de 3 à 5 sans préciser les moments), cb10t-ecd10t (augmentation de l'intérêt 1 à 2 à 3 à 4 sans préciser les moments), cd16t-ez16t (intérêt 2 en stage 1999, intérêt 4 en agrégation 2001, intérêt 5 en tant qu'enseignant en terminale), cb17t-ez17t (intérêt 1 en 2010 et intérêt 5 en 2014), cc18t-ez18t (intérêt1 en 1992, intérêt 3 en 1999, intérêt 5 en 2002 et après) ;

- 3/8 professeurs ont l'intérêt qui augmente pour devenir fort ou très fort. Ils ont l'intérêt relatif physique : pc24t-epc24t (intérêt 2 en 2011, intérêt 3 sans préciser l'année, intérêt 4 sans préciser, intérêt 5 en 2014), pc28-epc28t (intérêt 0 au lycée, intérêt 2 en prépa, intérêt 3 en fac, intérêt 4 en tant qu'enseignant en fac, intérêt 4 en tant qu'enseignant en prépa), pa33t-ez33t (de l'intérêt 1 en 1ère année d'enseignement à l'intérêt 5 en 7ème année d'enseignement).

8/44 professeurs ont l'intérêt didactique pour la physique qui augmente et diminue[80].

Il existe enfin 8/44 professeurs qui ne précisent pas l'évolution de l'intérêt didactique pour la physique[81].

Majoritairement pour un tiers des enseignants, l'intérêt didactique pour la physique est stable (15/44) en tant qu'enseignant. Pour environ 25% des enseignants, l'intérêt didactique pour la physique augmente (8/44). L'intérêt pour l'enseignement de la physique dépend chez certains enseignants (8/44) de la classe ou du niveau enseigné (collège, lycée, classe préparatoire, faculté).

Explications de l'évolution de l'intérêt didactique pour la chimie

Nous présentons ici les explications de l'évolution de l'intérêt didactique en chimie. Nous avons dressé des catégories pour classer ces réponses en regroupant celles dont nous pensons qu'elles sont identiques même si des termes employés sont différents.

Le tableau 34 présente le nombre de déclarations regroupées par catégories qui expliquent l'augmentation et la diminution de l'intérêt didactique pour la chimie. Certaines catégories ont été précisées a priori à partir de la problématique (§ 1) et des cadres théoriques (§ 2) : interaction avec les collègues, programmes scolaires, obligation d'enseignement de la discipline, effets d'élèves, formation et concours, enseignement de la discipline. La catégorie précisée a posteriori est « disciplines complémentaires ». Notons qu'il y a parfois deux points de vue dans les réponses des enseignants : un point de vue positif qui explique l'augmentation de l'intérêt didactique et un point de vue négatif qui explique la diminution de l'intérêt didactique.

Catégories	**Nombre de déclaration d'augmentation (point positif)**	**Nombre de déclaration de diminution (point négatif)**
Interactions avec les collègues		
Programmes scolaires	4 (1 IRC, 1 IRP, 2 Z)	5 (1 IRC, 2 IRP, 2 Z)
Obligation d'enseignement de la chimie	2 (2 IRP)	
Effets d'élèves	7 (5 IRC, 1 IRP, 1 Z)	1 (1 IRC)

[79] pc31t-epc31t (intérêt 4 en stage au LG, 2 en LP, intérêt 3 en collège), z42t-pas (intérêt de 5 à 4 à 3 sans préciser les moments), eca43t-epd43t (intérêt 4 au collège et au lycée avant le changement de programme, intérêt 3 au lycée après changement de programme au lycée en 2010).

[80] cb6t-ecb6t (intérêt au début 3, intérêt 4 entre 2008-2012, intérêt 3 en 2012 « réforme lycée »), ca11t-eca11t (intérêt 3 avant changement de programme TS, intérêt 2 après changement de programme TS), ca44t-eca44t (augmentation de l'intérêt 4 à 5 entre 1984-1994, diminution de l'intérêt pour devenir 3 entre 1994 et 2000, diminution de l'intérêt à 2 en 2012-2014), cd19t-ez19t (intérêt 4 sans préciser à quel moment), pb23t-epb23t (intérêt 4 en tant qu'enseignant au collège et 5 au lycée), pb26t-epb26t (intérêt 3 au lycée, intérêt 5 en université prépa capes), pb27t-epb27t (intérêt 4 en PTSI , intérêt 1 en lycée (1), intérêt 2 en lycée (2), intérêt 1 en collège 1, intérêt 4 en BTS prépa), pb34t-ez34t (intérêt 3 en lycée et intérêt 5 en collège).

[81] ca1t-pas (sans réponse), cc14t-ecd14t (pas de réponse), ce20t-ez20t (pas de réponse), cb37t-eca37t (pas de réponse), pb29t-epb29t (pas de réponse), pct35-ez35t (pas de réponse), z38t-ez38t (pas de réponse), z40t-ez40t (pas de réponse).

Formations et concours	2 (1 IRC, 1 IRP)	1 (1 IRC)
Disciplines complémentaires	2 (1 IRC, 1 Z)	

Tableau 34. Nombre de déclarations pour les catégories expliquant l'augmentation et la diminution de l'intérêt didactique pour la chimie

Dans la catégorie « programmes », nous regroupons les réponses des professeurs évoquant les curriculums pour expliquer l'évolution de l'intérêt didactique. Z42t-pas justifie l'augmentation de son intérêt pour l'enseignement de la chimie par l'« apparition du développement dans les programmes de notion de chimie organique, thermodynamique chimique, développement des pratiques expérimentales de synthèse, d'analyse » ; Z40t-ez40t précise qu'il a de l'intérêt pour l'enseignement de la physique et celui de la chimie surtout avec les nouveaux programmes (entrées thématiques qui mêlent les deux disciplines sous thèmes de la vie courante) : « je ne suis pas capable de répondre à cette partie du questionnaire. En effet, je me considère prof de physique et chimie. Surtout depuis les nouveaux programmes (collège et lycée), je ne distingue plus physique et chimie dans mon enseignement » ; ca43t-epd43t précise que son intérêt pour l'enseignement de la chimie diminue pour devenir fort après le changement des programmes car il manque de temps « Aie! Le nouveau programme est un coup dur…moins de temps pour faire toujours plus mais pas en profondeur : on ne fait rien sur tout! ».

La catégorie « obligation d'enseignement de la chimie » comporte les réponses prenant en compte le statut de l'enseignant : être professeur de deux disciplines. Par exemple pb30t-epb30t précise que son intérêt didactique pour la chimie augmente de faible (avant 1984) à fort (après 1984) car il devait enseigner la chimie « quand j'ai dû enseigner pas mal de chimie en BTS biotechnologie ».

Dans la catégorie « effets d'élèves », nous regroupons les réponses qui expliquent l'évolution de l'intérêt didactique en relation avec leurs élèves. L'enseignant (ca4t-ecc4t) précise que son intérêt didactique pour la chimie augmente pour devenir très fort en tant qu'enseignant au lycée parce que ses élèves étaient désireux d'apprendre et il est capable de prévoir leurs difficultés « Au lycée, les élèves sont encore curieux et j'aime beaucoup la relation qui se crée avec eux (même les secondes qui sont difficiles à gérer). J'ai l'impression de maîtriser tous les outils et leurs blocages ». Par contre, ca4t-ecc4t indique qu'il a un intérêt moyen pour l'enseignement de la chimie en tant qu'enseignant en prépa médecine et monitorat « en prépa médecine en prépa privée,…les élèves étaient un peu trop à juger la prestation le monitorat, les élèves de l'université n'étaient pas des proches de…et des passionnés de chimie ».

La catégorie « concours ou formation », regroupe les réponses expliquant l'évolution liée à des formations suivies ou la préparation de concours. Par exemple l'enseignant (Cd16t-ez16t) indique que son intérêt didactique pour la chimie augmente pour devenir fort en préparation de l'agrégation en 2001 car cela permet de saisir des éléments didactiques « stage : notions de didactique. Préparation de l'agrégation : nécessité d'approfondir certains aspects de didactique ». Par contre, son intérêt didactique pour la chimie était fort en 1994 et diminue pour devenir faible en 2012 car selon lui, il y a un manque des formations pour appliquer les nouvelles méthodes « pas assez de formation pour les nouvelles pédagogies résolution de pbs, analyse de documents ».

Dans la catégorie « disciplines complémentaires », ce20t-ez20t indique que son intérêt relatif didactique est égal pour la physique et la chimie « Les deux disciplines sont complémentaires en termes d'approches cognitives, de démarche et de compétences ».

22 professeurs ne donnent pas d'explications à l'évolution de leur intérêt didactique pour la chimie.

A travers cette étude, la catégorie « effets d'élèves » est la plus fréquente pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la chimie alors que la catégorie « programme » est la plus fréquente pour expliquer la diminution de l'intérêt didactique pour la chimie.

Il semble que les élèves jouent sur l'intérêt didactique des enseignants : plus les élèves sont intéressés par l'apprentissage de la discipline plus l'enseignant a de l'intérêt pour l'enseigner. Ce résultat confirme que les élèves sont un des déterminants de l'activité enseignante qui est une activité multi déterminée et multi finalisée (§ 2.1.2).

Explication de l'évolution de l'intérêt didactique pour la physique

Nous présentons dans cette partie les explications de l'évolution de l'intérêt didactique pour l'enseignement de la physique.

Le tableau 35 présente le nombre de déclarations pour chaque catégorie. Ces déclarations concernent l'augmentation de l'intérêt didactique pour la physique ou la diminution de l'intérêt didactique pour la physique.

Catégories	**Nombre de déclaration d'augmentation (point positif)**	**Nombre de déclaration de diminution (point négatif)**
Interactions avec les collègues	1 (1 IRC 1)	
Programmes scolaires	4 (2 IRP, 2 Z)	4 (2 IRC, 2 Z)
Obligation d'enseignement de la physique	8 (6 IRC, 2 IRP)	1 (1 IRP)
Effets d'élèves	3 (1 IRC, 2 IRP)	2 (1 IRC, 1 IRP)
Formations et concours	1 (1 IRC)	
Disciplines complémentaires		

Tableau 35. Nombre de déclaration expliquant l'augmentation et la diminution de l'intérêt didactique pour la physique

Dans la catégorie « interactions avec les collègues », nous regroupons les réponses évoquant le travail avec les collègues : (cb7t-ecd7t) précise que son intérêt pour l'enseignement de la physique augmente au fur et à mesure (sans préciser les moments) de moyen jusqu'à devenir très fort grâce à des « discussion(s) avec (des) collègues ».

Dans la catégorie « programmes », nous regroupons les réponses des professeurs évoquant les curriculums pour expliquer l'évolution de l'intérêt didactique pour la physique. (pd25t-epd25t) a un intérêt didactique très fort pour la physique en tant qu'enseignant au collège et au lycée « j'adore les programmes de physique de la 5ème à la seconde ». (pb34t-ez34t) indique que son intérêt didactique pour la physique est très fort au collège et moyen au lycée

parce que selon lui, il y a des démarches d'investigation au collège faciles à appliquer dans l'enseignement de la physique « Mise en place des démarches d'investigation facile à mettre en œuvre. Explication de nombreux phénomènes grâce à des modèles simples » alors qu'il voit qu'il y a peu d'application pour les démarches d'investigation dans l'enseignement de la chimie.

Par contre, concernant la diminution de l'intérêt didactique pour la physique, ca11t-eca11t indique que son intérêt didactique pour la physique devient faible après les changements des programmes car il y a « trop de choses enseignées, pas de temps d'approfondir ». Z42t-pas précise que son intérêt didactique pour la physique diminue pour devenir faible après les changements des programmes « (perte de cohérence des programmes) + évolution des programmes rendant + difficile une pratique expérimentale intéressante pour les élèves ».

La catégorie « obligation d'enseignement de la physique » comporte les réponses prenant en compte la nécessité d'enseigner deux disciplines. Par exemple cc18t-ez18t indique que son intérêt didactique pour la physique était très faible en 1992, moyen en 1999, très fort en 2002 et après, car il était obligé d'enseigner la physique « plus je la (physique) travaille, plus je la comprends plus j'aime l'enseigner ». pe33t-ez33t indique que son intérêt didactique pour la physique augmente de fort en première année d'enseignement à très fort en septième année d'enseignement car cela permet d'avoir une « richesse des précisions en physique, découverte de nouvelles utilisations (méthodes d'enseignement), de nouveaux outils, familiarisation avec les matériels et les expériences possibles ». Par contre, (ca12t-eca12t) indique que son intérêt didactique pour la physique est depuis toujours très faible car il ne comprend pas des lois et phénomènes physiques « je n'ai jamais compris comment … p=mv et de E=1/2 mv2. Je n'ai jamais compris la relativité, à part savoir appliquer les formules… ».

Dans la catégorie « effets d'élèves », nous regroupons les réponses qui expliquent l'évolution de l'intérêt didactique en relation avec leurs élèves. (pc24t-epc24t) indique que son intérêt didactique pour la physique augmente de moyen en 2011 à très fort en 2014 « les questions et les passions qui se créent chez les élèves, notamment sur la gravitation ». (ce21t-ez21t) indique que son intérêt didactique pour la physique est fort depuis toujours « toujours aussi intéressant et passionnant de répondre aux interrogations des élèves ».

La catégorie « concours ou formation », regroupe les réponses expliquant l'évolution de l'intérêt didactique en lien avec les formations suivies ou les concours. (cd16t-ez16t) indique que son intérêt didactique pour la physique augmente pour devenir fort en préparant l'agrégation « avec l'agrégation, approfondissement de la didactique de la physique ». (pb23t-epb23t) indique que son intérêt didactique pour la physique est fort au collège et très fort au lycée « j'ai découvert la didactique, en physique au début, elle m'a permis de mieux cerner les difficultés des élèves ».

Les résultats montrent que l'« obligation d'enseignement de la physique » est la raison la plus fréquemment évoquée pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la physique alors que l'évolution du « programme » est la plus fréquente pour expliquer la diminution de l'intérêt didactique en physique.

Il semble donc que l'enseignement d'une discipline mineure permet de redécouvrir les objets de l'étude de cette discipline, de développer les connaissances et la conscience disciplinaire, et de développer l'intérêt didactique.

4.2.4 Comparaison de l'intérêt pour la physique vs. chimie et de l'intérêt pour l'enseignement de la physique vs. chimie

Dans ce paragraphe, nous voulons savoir si au cours de l'exercice du métier, l'intérêt (didactique et disciplinaire) des enseignants pour les disciplines majeures et mineures se rejoignent, restent identiques ou s'éloignent.

Nous considérons que l'évolution de deux intérêts devient proche quand les deux intérêts disciplinaires ou didactiques deviennent fort et/ou très fort. Nous disons que les deux intérêts disciplinaires ou didactiques sont éloignés si l'intérêt est fort ou très fort pour l'une de deux disciplines, et si l'intérêt pour l'autre discipline n'est pas « fort » (moyen, faible, très faible).

Comparaison de l'intérêt disciplinaire pour la physique vs. chimie

Nous présentons ici l'analyse des deux intérêts disciplinaires physique et chimie chez les professeurs.

Les données que nous analysons ici sont tirées du tableau (annexe 5.7) présentant l'âge de l'enseignant, son intérêt relatif disciplinaire et didactique, les années d'enseignement et les classes.

A travers le tableau de l'annexe (5.7), nous avons repéré les cas suivants :

- pour 22 professeurs, l'intérêt disciplinaire pour la physique est proche de celui de la chimie (les deux intérêts sont forts ou très forts) : parmi eux on trouve 11 IRC, 6 IRP, 5 Z ;

- Un seul enseignant d'IRC a un intérêt disciplinaire pour la physique est proche de celui pour la chimie en restant faibles ;

- l'intérêt disciplinaire pour la physique et la chimie sont éloignés pour 19 professeurs : 12 IRC et 7 IRP ;

- 2 enseignants n'expriment pas leur intérêt disciplinaire pour la physique ou pour la chimie.

Comparaison de l'intérêt didactique pour la physique vs. chimie

Nous présentons ici l'analyse des deux intérêts didactiques (celui pour la physique et celui pour la chimie) chez les professeurs expérimentés.

A partir du tableau de l'annexe (5.7), nous avons repéré :

- pour 22/44 professeurs (9 ont un intérêt relatif pour la chimie et un intérêt relatif didactique pour la Chimie (IRC et IRDC), 5 (IRC et IDZ[82]), 3 (IRP et IRDP[83]), 2 IRC et IDZ, 3 Z et IDZ) l'intérêt didactique pour la physique et l'intérêt didactique pour la chimie sont proches ;

- pour 13/44 professeurs (5 IRC et IRDC, 6 IRP et IRDP, 1 IRP et IDZ, 1 IZ et IDZ) l'intérêt didactique pour la physique et l'intérêt didactique pour la chimie restent éloignés.

- 9/44 professeurs n'expriment pas leur intérêt didactique pour l'une discipline ou des deux disciplines.

Pour la moitié des enseignants, l'intérêt didactique pour la physique et celui pour la chimie sont proches.

[82] IDZ : Intérêt relatif didactique égal pour les deux disciplines.
[83] IRDP : Intérêt Relatif Didactique pour la Physique

Nous présentons ici l'analyse de l'évolution de deux intérêts disciplinaire et didactique chez les professeurs.

Pour un tiers (13/44) des enseignants[84], l'intérêt pour la discipline (la physique et la chimie) est proche de l'intérêt pour leurs enseignements (respectivement de la physique et de la chimie). En revanche, pour un quart des enseignants[85] (10/ 44) l'intérêt pour la physique et la chimie ainsi que pour leurs enseignements sont éloignés. Et, pour un quart des enseignants[86] (9/44), l'intérêt pour la physique et la chimie sont éloignés alors que l'intérêt didactique pour la physique et celui pour la chimie sont proches.

En conclusion, ces résultats montrent que l'intérêt pour la discipline mineure est proche de celui de la majeure pour seulement la moitié de la population enseignante (22/44).

Concernant l'enseignement, les résultats montrent que l'intérêt didactique pour la discipline mineure se rapproche de celui pour la discipline majeure pour la moitié des enseignants (22/44).

4.2.5 Conclusion

Nous avons présenté dans cette partie l'analyse de l'évolution de l'intérêt disciplinaire et didactique chez les enseignants en poste et les explications de ces évolutions.

Intérêt disciplinaire

La majorité des enseignants exprime un intérêt relatif disciplinaire (sauf pour 5 enseignantes). L'intérêt didactique relatif est cohérent avec l'intérêt disciplinaire (§ 1.1.2). Parmi les 29 enseignantes, 12/29 (41%) ont un intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la chimie ; 5/29 (17%) ont un intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la physique ; 4/29 (14%) ont un intérêt relatif disciplinaire pour la chimie et un intérêt relatif didactique égal ; 2/29 (7%) ont un intérêt relatif disciplinaire pour la physique et un intérêt relatif didactique égal ; 5/29 (17%) ont un intérêt relatif disciplinaire et didactique égal pour les deux disciplines. A travers

[84] 8 ont l'intérêt relatif pour la chimie (5, parmi eux, ont aussi l'intérêt didactique pour la chimie ; 3, parmi eux, ont l'intérêt didactique égal pour les deux disciplines), 3 on l'intérêt relatif pour la physique (2, parmi eux, ont l'intérêt didactique égal pour les deux disciplines ; 1 a l'intérêt didactique pour la physique), 2 ont l'intérêt égal pour la physique et la chimie ainsi que pour leur enseignement. Parmi ces 13 professeurs, 6 enseignants ont l'intérêt pour l'une ou l'autre discipline et ont l'expérience dans l'enseignement de 10 et plus : cb3t-ecb3t (18 ans), cb10t-ecd10t (32 ans en collège et en lycée), cb17t-ez17t (22 ans en CPGE et en université), cc18t-ez18t (22 ans), 9b23t-epb23t (35ans lycée), pd36t-ez36t (15 ans en TS, 2nde, MPS, DNL).

[85] 5 ont l'intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la chimie, 5 ont l'intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la physique sauf un seul enseignant qui a l'intérêt relatif égal pour les deux disciplines. Parmi ces 10 professeurs, 7 enseignants ont l'expérience dans l'enseignement de 10 ans et plus : ca12t-eca12t (40 ans en lycée), cc14t-ecd14t (30 ans en : collège, lycée, agrégation, CAPES), pb27t-epb27t (10 ans en : collège, lycée, CPGE), pc28t-epc28t (30 ans spé, sup, université), pa32t-epa32t (37 ans en physique-chimie, électronique), pb34t-ez34t (12 ans en collège et 2 ans en lycée).

[86] 5 ont l'intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la chimie, 2 ont l'intérêt relatif disciplinaire pour la chimie et l'intérêt relatif didactique pour les deux disciplines, 2 ont l'intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la physique. Parmi ces 9 professeurs, 6 ont l'expérience dans l'enseignement de 10 ans et plus : cb3t-ecb3t (18 ans), cb9t-ecc9t (26 ans en lycée et 4 ans en collège), cc15t-ecd15t (15 ans en CPGE), cd16t-ez16t (15 ans en 2nde et TS), ce21t-ez21t (12 ans en : collège, lycée et BTS), pb30t-epb30t (35 ans en lycée et BTS).

ces résultats, il semble que les femmes préfèrent la chimie et son enseignement que la physique et son enseignement (§ 1.1.2).

L'intérêt disciplinaire se constitue pendant les études secondaires pour trois quart des professeurs (intérêt chimie : 21/24 IRC, 9/15 IRP, 4/5 Z ; intérêt physique : 18/24 IRC, 13/15 IRP, 4/5 Z) et surtout au collège chez les professeurs d'IRP (intérêt chimie : 5/15 ; intérêt physique : 9/15) et au lycée chez les professeurs d'IRC (intérêt chimie : 12/24 ; intérêt physique : 10/24) (§ 2.5, Q4).

L'augmentation de l'intérêt pour la discipline mineure s'effectue quand les étudiants vont retravailler en CAPES ou agrégation (intérêt chimie : 4/15 IRP ; intérêt physique : 4/24 IRC) et du fait qu'ils doivent enseigner (intérêt chimie : 4/15 IRP ; intérêt physique : 10/24 IRC) (§ 2.5, Q4.1 & H4.1.b). Par ailleurs, l'intérêt pour la physique augmente chez 9/24 enseignants d'IRC lorsqu'ils étaient au lycée en tant qu'élève alors que l'intérêt pour la chimie augmente chez un peu d'enseignants d'IRP lorsqu'ils étaient au lycée en tant qu'élève (2/15). L'intérêt pour la chimie se construit plus tard que l'intérêt pour la physique (§ 4.2.1).

A travers cette étude, la catégorie la plus fréquente pour expliquer l'augmentation de l'intérêt disciplinaire est : « l'enseignement reçu » (§ 2.5, Q4.2 & H4.2.a). Il semble que « la reprise de la discipline en CAPES ou agrégation » et « l'obligation d'enseignement de la discipline en tant qu'enseignant » permettent de développer la conscience pour cette discipline en révisant ou développant les connaissances ce qui conduirait à développer l'intérêt pour la discipline. Cela est marqué surtout pour la discipline mineure (§ 2.5, Q4.2 & H4.2.b).

Par ailleurs, l'intérêt pour les « sous-disciplines » de la chimie explique l'augmentation de l'intérêt pour la chimie (3 citations en CPGE (1 IRC, 2 IRP), 3 citations en universités (3 IRC), 2 en agrégation (2 IRP)). Les sous-disciplines entrent la construction ou développement de l'affinité disciplinaire.

Intérêt didactique

Par ailleurs, l'intérêt didactique dépend de la classe ou du niveau enseigné chez 36% des enseignants : 16/44 professeurs ont des intérêts didactiques variés pour la chimie (6 IRP, 2 IRC) ou la physique (4 IRC, 4 IRP) selon le niveau d'enseignement (collège, lycée, classe préparatoire, faculté). Comprendre ce qui, dans certains programmes accroît l'intérêt didactique serait un élément de pilotage intéressant dans la construction des programmes.

La diminution de l'intérêt didactique apparaît chez 14% des enseignants en poste : 3/44 professeurs expriment une diminution de l'intérêt didactique pour la physique et 3/44 professeurs expriment une diminution de l'intérêt didactique pour la chimie.

L'effet d'élèves sur l'enseignement est la raison la plus fréquemment invoquée pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la chimie (7 citations : 5 IRC, 1 IRP, 1 Z) et l' « obligation d'enseignement de la physique » est la raison la plus fréquente évoquée pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la physique (8 citations : 6 IRC, 2 IRP) (§ 2.5, Q4.1 & H4.1.d). De la même façon, l'obligation d'enseignement de la chimie est la raison pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la chimie chez 2 IRP.

Il semble que les élèves jouent un rôle sur l'intérêt didactique des enseignants : plus les élèves sont intéressés par l'apprentissage de la discipline plus l'enseignant a de l'intérêt pour

l'enseigner. De plus, l'enseignement d'une discipline mineure permet de redécouvrir les objets d'étude de cette discipline, de développer les connaissances et la conscience, et de développer l'intérêt didactique. Le changement de programme (introduire des nouveaux concepts, entrées thématiques, démarche d'investigation) peut changer le travail documentaire de certains enseignants (§ 2.5, Q4.2 & H4.2.d).

4.3. Comparaison de deux populations

Nous traitons ici quelques questions de recherche (§ 2.5) en utilisant les résultats obtenus à partir de deux échantillons[87] : les étudiants en master se destinant à l'enseignement et les professeurs en poste. Le nombre total est : 72 (étudiants répondus au questionnaire A) + 44 (professeurs en poste) = 116 personnes[88].

Intérêt disciplinaire relatif

Nous repérons que 89% (103/116) des personnes déclarent un intérêt relatif pour l'une ou l'autre discipline et 11% (13/116) des personnes ont un intérêt relatif égal pour les deux disciplines :

- 54/116 (47%) des personnes déclarent un intérêt relatif pour la chimie : 30 étudiants et 24 professeurs en poste ;

- 49/116 (42%) des personnes déclarent un intérêt relatif pour la physique : 34 étudiants et 15 professeurs en poste ;

- 13/116 (11%) des personnes déclarent un intérêt relatif égal : 8 étudiants et 5 professeurs en poste.

Dans les deux populations, nous trouvons que 89% (64/72) d'étudiants en master se destinant à l'enseignement et 89% (39/44) de professeurs en poste expriment un intérêt relatif pour l'une ou l'autre discipline. L'obligation d'enseigner ne réduit pas l'écart de l'intérêt entre la discipline majeur et la mineure.

Le nombre de personne exprimant un intérêt relatif pour la physique ou la chimie n'est pas strictement similaire dans les deux populations : 30/72 (42%) étudiants ont un intérêt relatif pour la chimie alors que 24/44 (55%) professeurs expriment un intérêt relatif pour la chimie. 34/72 (47%) étudiants ont un intérêt relatif pour la physique alors que 15/44 (34%) professeurs en poste expriment un intérêt relatif pour la physique.

Moment de construction de l'intérêt disciplinaire et raisons de la genèse

L'intérêt pour la chimie ou la physique se construit chez la majorité des personnes pendant les études secondaires (pour (101/116) 87% des personnes[89] et chez (102/116) 88% personnes[90] (§ 1.2.1 & 2.5, Q4)).

[87] Nous comparons les résultats qui sont comparables dans les deux échantillons.
[88] Nous utilisons ce terme « personne » en s'appuyant sur l'approche anthropologique du didactique (§ 2.2.1).
[89] Effectif des personnes que leur intérêt chimie se constitue au collège est : (27 Etudiants (E) + 7 Professeurs (P)) IRC + (29 E + 5 P) IRP + (5 E + 1 P) Z = 74/116.
Effectif des personnes que leur intérêt chimie se constitue au lycée est : (3 E + 12 P) IRC + (4 E + 3 P) IRP + (2 E + 3 P) Z = 27/116.

Le moment de construction de l'intérêt pour la physique et la chimie est beaucoup plus marqué au collège chez les étudiants que chez les professeurs en poste : intérêt chimie (62/72 (86%) étudiants contre 17/44 (39%) professeurs en poste) ; intérêt physique (61/72 (85%) étudiants contre 13/44 (30%) professeurs en poste). Plusieurs hypothèses explicatives peuvent être avancées pour expliquer ce résultat : les souvenirs des enseignants en poste sont altérés par le temps, les deux populations n'ont pas suivi les mêmes programmes.

Nous avons repéré à travers l'analyse des deux échantillons que l'enseignement reçu pendant les études secondaires est la cause la plus fréquemment citée pour expliquer la genèse ou l'évolution de l'intérêt disciplinaire (§ 1.2.1 & 2.5, Q4 & H4.a ; Q4.2 & H4.2.a).

Suite à cette étude quantitative par questionnaire, nous allons suivre dans le chapitre suivant deux enseignants Jean et Philippe afin d'étudier de manière qualitative comment l'affinité disciplinaire et didactique s'exprime dans l'activité de l'enseignant. Nous allons voir les impacts de l'affinité disciplinaire et didactique sur l'enseignement d'un contenu précis, les relations entre l'affinité disciplinaire et didactique et les ressources, l'impact de l'affinité sur les relations entre l'enseignant et les élèves.

[90] Effectif des personnes que leur intérêt physique se constitue au collège est : (26 E + 6 P) IRC + (32 E + 9 P) IRP + (4 E + 2 P) Z = 79/116.
Effectif des personnes que leur intérêt physique se constitue au lycée est : (3 E + 10 P) + (2 E+ 2 P) IRP + (4 E + 2 P) Z = 23/116.

Chapitre 5. Effets mutuels de l'affinité et du travail documentaire des enseignants : étude de deux professeurs d'affinités didactiques différenciées

Nous présentons dans ce chapitre l'analyse des données relatives à Jean, professeur d'affinité didactique « physique » (PADP) et à Philippe, professeur d'affinité didactique « chimie » (PADC). Ils sont professeurs de SPC en lycée respectivement depuis 14 ans et 9 ans au moment de l'étude. Nous avons présenté dans la partie (§ 3.5.1), leur parcours scolaire et professionnel.

Nous analysons les effets mutuels de l'affinité et du travail documentaire de Jean (§ 5.1), puis de Philippe (§ 5.2). Nous proposons enfin une conclusion de ce chapitre (§ 5.3).

5.1. Analyse des effets mutuels de l'affinité et du travail documentaire de Jean (PADP)

L'analyse de l'activité de Jean met en évidence les divers effets de l'affinité. Nous commençons d'abord par l'analyse des effets mutuels de l'affinité didactique « physique » de Jean et de son système de ressources (§ 5.1.1), puis nous analysons des effets mutuels de son affinité et de ses interactions avec ses collègues (§ 5.1.2). Nous analysons ensuite les effets de cette affinité et de son travail documentaire dans l'enseignement du spectre-astrophysique (§ 5.1.3). Nous présentons enfin une conclusion de ces analyses (§ 5.1.4).

Rappelons que Jean a des formations dominantes en physique, il a passé l'agrégation de physique ; il a fait un DEA en didactique des sciences physiques. Il est enseignant dans les classes suivantes : la classe de seconde et l'option MPS (méthodes et pratiques scientifiques). Il a déjà enseigné en terminale spécialité « physique » (§ 3.5.1).

5.1.1 Affinité et système de ressources

Pour analyser les effets mutuels de l'affinité et de système de ressources de Jean, nous exploitons plusieurs outils (§ 3.5.4). Nous décrivons d'abord les ressources utilisées par Jean pour organiser son enseignement en physique et son enseignement en chimie à travers ce qu'il dit dans l'entretien général au cours de l'année 2011-2012 (année n) (la transcription se trouve dans l'annexe 7.1) et à travers l'entretien précédant l'observation de classe au cours de l'année 2012-2013 (n+1) (la transcription se trouve dans l'annexe 7.2). Nous inférons sa conscience disciplinaire à travers la représentation schématique des relations entre l'enseignement de la physique et de la chimie qui est dessinée au cours de l'entretien général et à travers l'analyse de l'entretien avec la laborantine dans l'établissement de Jean (annexe 13.1). Et nous nous appuyons sur la visite guidée de ses ressources au cours de l'entretien général et précédant l'observation de classe et sur l'entretien à chaud (EAC) (la transcription se trouve dans l'annexe 7.3) pour mieux saisir la structure de ses ressources.

Nous analysons ensuite la représentation schématique de système de ressources (RSSR) de Jean pour l'enseignement de la physique et de la chimie. Puis nous décrivons les ressources utilisées par Jean pour organiser son enseignement du spectre en classe de seconde et l'analyse de la RSSR pour ce thème. Enfin, nous analysons l'évolution de son système de ressource concernant l'enseignement du spectre.

La visite guidée et la réalisation d'une RSSR sont des moments de l'entretien général (EG) et de l'entretien précédant l'observation de classe (EPOC). De ces différentes données nous essayons de repérer la manière dont s'exprime l'affinité de Jean quant à son système de ressources.

Organisation de ressources cohérente avec l'affinité de Jean et ressources différentes repérées pour chaque enseignement

Nous analysons d'abord différentes ressources de Jean pour l'enseignement de la physique et de la chimie ; la structure de son système de ressources pour la classe de seconde (voir le thème « système de ressource » dans la méthodologie d'analyse des données et la méthodologie d'analyse de la RSSR dans la partie § 3.6.3) ; l'entretien avec la laborantine de l'établissement de Jean (voir la méthodologie d'analyse de l'entretien avec la laborantine § 3.6.3) ; des ressources données aux élèves. Nous nous attachons à repérer l'affinité didactique de Jean dans ses ressources.

Pour organiser son enseignement en SPC, Jean s'appuie en particulier sur les productions de ses collègues et les échanges avec eux (§ 2.3.1). Ces interactions jouent un rôle essentiel dans sa technique didactique du travail documentaire (§ 2.2.3 & 2.3.1) : « Moi, j'aurai envie de dire aujourd'hui, la principale ressource, c'est les productions de mes collègues en fait. Ah… les productions mes collègues ou les échanges avec mes collègues […] » (EG, annexe 7.1, phrase 164). Son collègue de formation plutôt « chimie » lui transmet des ressources Internet comme des textes, des illustrations, des animations. Jean déclare ne plus utiliser ni les manuels scolaires, ni les fiches d'activités pour les élèves mais il recourt de plus et en plus à des livres en « histoire des sciences » (§ 5.1.3). Selon lui, « les expériences de base » en physique et en chimie constituent aussi une ressource pour sa propre documentation. Jean utilise également ses anciennes ressources qu'il dénomme « archives » (EG, annexe 7.1, phrase 172). Elles contiennent les ressources filles (§ 2.3.3) se destinant aux élèves et les ressources de ses collègues ou récoltées sur Internet. Les archives se trouvent dans un classeur et sous forme numérique. A partir de ses archives, sa technique didactique est de retravailler ce qu'il a déjà constitué en « digérant » et produisant des nouvelles ressources (§ 5.1.3) « je reprends mes archives je le rédige ah... Puis chercher dans les livres parce que, dans les ressources à moi, j'ai des choses qui ont été construites à partir de ce que j'ai trouvé dans les livres […] » (EG, annexe 7.1, phrase 172). Pour la classe de seconde, Jean considère son travail sur ses archives comme un « recyclage » (EG, annexe 7.1, phrase 174) car il y enseigne depuis longtemps. Mais s'il enseigne une nouvelle classe ou un nouveau concept, il va nourrir son système de ressources différemment. Jean rapporte qu'il a aussi recours à des « livres de démarche pédagogique de deux disciplines » (EG, annexe 7.1, phrase 166). Ainsi, le travail documentaire de Jean s'alimente d'une grande variété de ressources.

Jean déclare qu'il a un intérêt relatif disciplinaire et didactique très fort pour la physique depuis toujours. Il considère que la chimie est secondaire par rapport à la physique (§ 1.1.3) « Moi, j'aurai envie de dire *a priori* que la chimie est une sous branche des sciences physiques en général qui s'intéresse en particulier aux transformations de la matière […] » (EG, annexe 7.1, phrase 84). Il déclare qu'il ne distingue pas, dans ses ressources, l'enseignement de la physique et celui de la chimie. Pour la classe de seconde, la structuration du système des ressources repose sur cinq parties, cohérentes avec son affinité « physique » (quatre parties de physique et une partie de chimie, qui, pour cet enseignant, fait partie de la physique) « Voilà, qui (les ressources) correspondent aux parties de la physique… c'est-à-dire c'est voilà… qui correspondent quelque part aux domaines de la physique. J'ai la mécanique, j'ai la lumière, j'ai la transformation chimique, j'ai grandeur et mesure » (EPOC, annexe 7.2, phrase 64). La structuration de ces parties et les liens entre elles permettent d'organiser l'avancement dans son enseignement et d'organiser ses ressources « avoir ce découpage en parties parce qu'il est nécessaire pour penser mes progressions… pour penser… pour organiser mes ressources typiquement ah… […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 64). Il essaie de mieux lier ces parties physiques.

L'analyse de la représentation schématique concernant les relations entre l'enseignement de la physique et de la chimie (figure 23) corrobore la structure de système de ressources de Jean en cinq parties. En effet, il dessine le schéma sous forme d'un tableau. Il sophistique le schéma en deux parties (voir la méthodologie d'analyse de représentations schématiques § 3.6.3) :

- la première partie concerne, selon Jean, « l'image qu'on a » sur l'enseignement de la physique et de la chimie : la physique est plus « théorique » et « difficile » et « exploitation de différents domaines (astro, méca, élec, lumières,…) », alors que l'enseignement de la chimie est « plus expérimental » et « facile » et il y a « un seul domaine cohérent (transformation matière) » ;
- la deuxième partie spécifie son point de vue : il précise que « la modélisation des phénomènes, la démarche scientifique, les mesures et l'histoire des idées » sont communes aux deux enseignements. En effet, il dessine ces termes entre l'enseignement des deux disciplines. Pour lui, l'enseignement de la physique traite plusieurs sujets, ce qu'il met en évidence en dessinant plusieurs termes à gauche et en bas de schéma : gaz (physique statistique), astronomie, lumière, […]. Et l'enseignement de la chimie traite deux sujets ce qu'il met en évidence en dessinant deux termes à droit et en bas : le modèle microscopique ; la transformation de la matière « […]. Alors que je voyais la chimie comme une espèce de catalogue de recettes expérimentales de réaction et de type de transformation enfin voilà...» (EG, annexe 7.1, phrase 158) ;
- Pour monter les relations entre les termes de deux enseignements, il a dessiné des flèches *réversibles* : entre mesures et transformation de la matière, entre gaz et transformation de la matière, entre mesures et astrophysique, entre mesures et lumière. Il dessine une flèche pointillée réversible entre transformation de la matière et lumière.

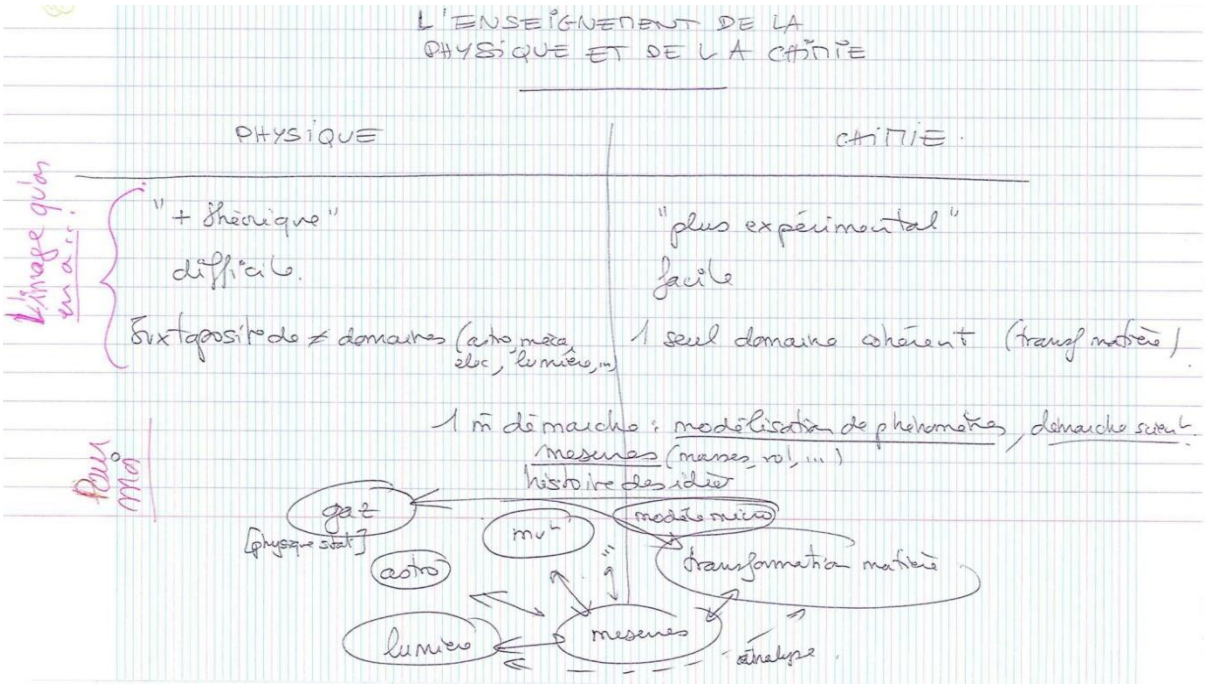


Figure 23 : Représentation schématique des relations entre enseignements de physique et de chimie

Il est évident que la transformation de la matière fait partie de l'enseignement de la chimie, mais il y en a d'autres, par exemple : industriel, pharmaceutique. Dans l'enseignement de la chimie, il y a l'échelle microscopique et l'échelle macroscopique (§ introduction) : des changements de couleurs, des vapeurs et des mesures. C'est ainsi une conscience relative plus développée pour l'enseignement de la physique que pour celui de la chimie que traduit son système de ressources (§ 1.1.3).

A travers la visite guidée, nous avons repéré une structure semblable pour les ressources numériques et les ressources papiers. Cela traduit une certaine solidité de cette structure. De plus, Jean demande à chaque élève de conserver les ressources dans un « porte-vues » constitué de pochettes transparentes (EPOC, annexe 7.2, phrase 70). Chaque porte-vues porte sur une partie de la physique vue (ou qui sera vue) en classe. Exemple de porte-vues « Généralité sur les sciences physiques… Lumière et spectroscopie ». Au fur et à mesure, Jean avance dans son enseignement et essaie de faire des liens entre ces portes-vues. Cette organisation est dynamique, car l'enseignant développe la structure de ses ressources d'une année à l'autre, ce qui lui demande d'organiser ses ressources et de les renouveler ou de construire de nouvelles ressources filles (éventuellement des ressources filles orientées). Par ailleurs, Jean privilégie dans ses horaires l'enseignement de la physique : « […] C'est sûr que si on regardait le nombre d'heures ou le nombre de semaines que j'ai passées sur des contenus qui sont chimiques, des contenus qui ne sont pas chimiques, je fais euh… beaucoup moins de chimie que le reste. C'est clair » (EAC, annexe 7.3, phrase 114). L'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean semble avoir des effets sur les horaires d'enseignement qui sont dominants en physique (§ 2.1.2). Plus d'horaires d'enseignement dans la discipline majeure que l'enseignant développe avec plus de « confort ».

La laborantine de l'établissement de Jean, lors de l'entretien que nous avons conduit avec elle, relève que Jean préfère la physique et son enseignement, à la chimie et son enseignement (§ 1.2.2). Il prépare certes des expériences pour l'enseignement des deux disciplines. Selon

elle, Jean demande beaucoup plus de matériel et d'aide pour l'enseignement et les TP en chimie que pour la physique (§ 2.1.2). Nous interprétons ce déséquilibre de la façon suivante : une conscience limitée pour une discipline impose de demander des aides et un excès de matériel pour une expérience se déroulant dans son champ, alors qu'une conscience développée permet de se passer d'aide, et d'ajuster au juste nécessaire le matériel demandé.

Si Jean ne distingue pas vraiment, dans ses ressources, l'enseignement de la physique et celui de la chimie, par contre il distingue les ressources données aux élèves dans ces deux domaines, en particulier du point de vue des méthodes. En effet, il met l'accent sur les procédures expérimentales pour l'enseignement de la chimie en donnant aux élèves « des fiches méthodes sur comment allumer avec un bunsen ? Comment faire une filtration ? Comment faire etc. ? Donc, y a… on a un ensemble de savoir-faire expérimentaux pour lesquels on crée des documents supports » (EG, annexe 7.1, phrase 197). En revanche, il se concentre, pour l'enseignement de la physique, sur l'aspect mathématique « Alors en physique, on serait plus dans des documents supports pour l'outil mathématique. Comment faire un changement d'échelle ? Comment utiliser les puissances de dix ? Etc. » (EG, annexe 7.1, phrase 197). Selon Jean, les ressources se destinant aux élèves ont évolué au moment des changements du programme (BO seconde, 2010). Ainsi, cela concerne :

- la réduction des longues procédures expérimentales dans l'enseignement de la chimie ;
- la réduction de l'aspect mathématique (calculs) et une augmentation des textes écrits dans l'enseignement de la physique.

Ces évolutions demandent donc à l'enseignant de retravailler ses ressources et/ou de les renouveler.

Ainsi, l'analyse de l'entretien général et de l'entretien précédant l'observation de classe et de la visite guidée nous permet de repérer la variété de ressources de Jean. En classe de seconde, il apparaît une relation forte entre la structure de ces ressources et son affinité disciplinaire et didactique « physique » du fait de quatre parties en physique et une partie de la chimie que Jean considère secondaire. L'analyse de la représentation schématique des relations entre l'enseignement de la physique et celui de la chimie corrobore cette structure, ainsi que l'analyse de l'entretien avec la laborantine. Les ressources qu'il donne aux élèves pour l'enseignement de la physique et celles pour l'enseignement de la chimie diffèrent, privilégiant l'outil mathématique pour le premier et les procédures expérimentales pour le second. Les principales ressources de Jean apparaissent être ses « archives » et les productions de ses collègues. Son travail documentaire est dynamique, reposant sur ses archives qu'il recycle ou abonde de nouvelles ressources. Le changement du programme a entraîné une réduction de l'aspect expérimental en chimie et de l'outil mathématique en physique.

Apparition de nouvelles ressources dans la représentation schématique du système de ressources et liens entre l'ensemble des ressources impliquées dans la constitution d'une ressource fille orientée par l'affinité

Dans cette partie, nous analysons la Représentation Schématique du Système de Ressources (RSSR) pour l'enseignement de la physique et de la chimie, dessinée par Jean au cours de l'entretien général (n). Cette analyse sera mise en relation avec ce que Jean a dit au cours de

l'entretien général et avec la visite guidée des ressources que nous avons effectuée. L'analyse de la RSSR permet de prolonger l'analyse des ressources pour l'enseignement du spectre.

Jean écrit dès le début sur la RSSR que les ressources intégrées dans son schéma sont les mêmes pour l'enseignement de la physique et pour celui de la chimie. Et qu'il n'y en a pas de « nouvelles depuis changement de programmes ».

La structure de la RSSR (figure 24)[91] réalisée par Jean n'est pas tout à fait identique à la structure repérée à travers ses déclarations et la visite guidée au cours de l'entretien général (n). Il y apparaît de ressources qui n'ont pas été mentionnées auparavant, comme par exemple, *dispositifs*, *productions des élèves des années précédentes*, et *magazines*. Cette confrontation avec la RSSR nous permet de mieux approcher la structure réelle des ressources de l'enseignant.

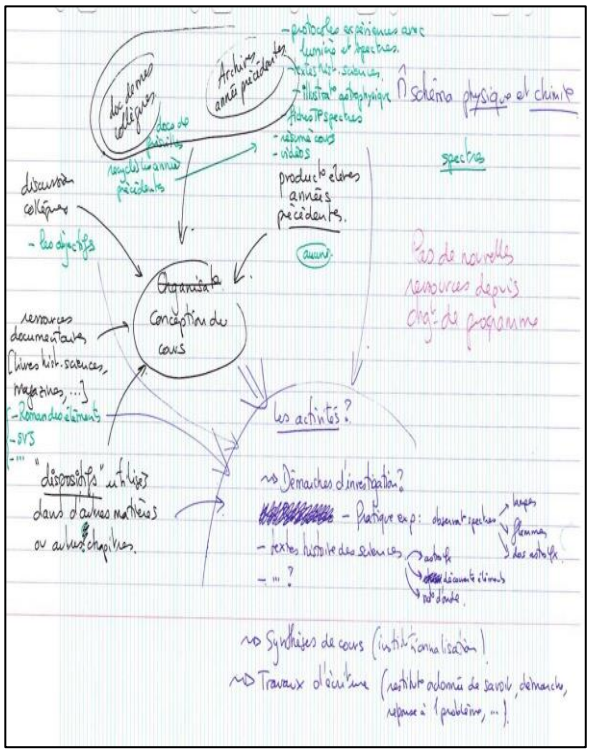


Figure 24 : RSSR de Jean originale (année n)

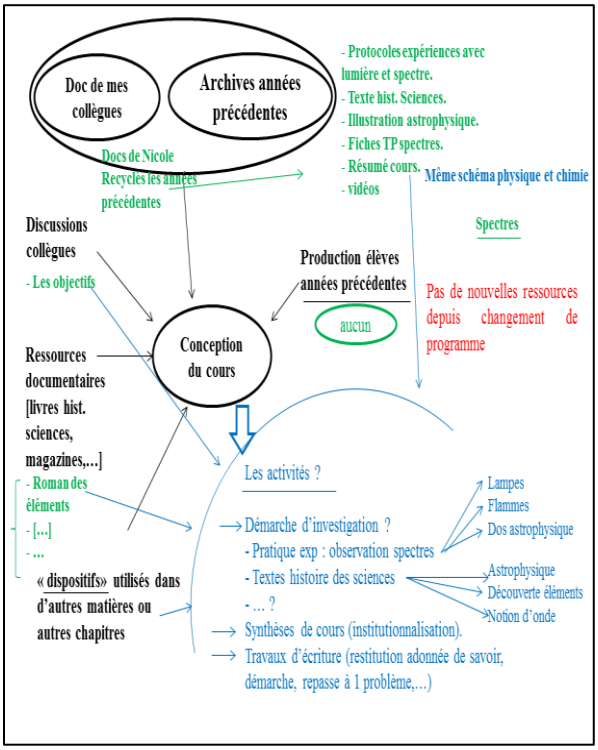


Figure 24* : RSSR mise en forme par l'auteur

Nous considérons que le cœur de son travail documentaire est la *conception de cours d'enseignement* car cette dernière est le *centre* de la RSSR ; nous considérons comme pôle tout ce qui nourrit le centre (voir méthodologie d'analyse des représentations schématiques § 3.6.3). Il apparaît ainsi cinq pôles dessinés en noir : ressources de ses collègues *et* ses archives, discussions avec ses collègues, ressources documentaires d'histoire des sciences, dispositifs de travail d'enseignement, et productions des élèves des années précédentes.

Nous observons que les ressources de ses collègues *et* ses archives des années précédentes occupent une place importante : ces deux sous-pôles construisent un seul et grand pôle parmi

[91] Tout ce qui est en noir concerne l'enseignement de la physique et de la chimie. Tout ce qui est en vert et en bleu concerne l'enseignement du spectre en classe de seconde : nous avons demandé à l'enseignant d'utiliser ces couleurs pour désigner les ressources concernant l'enseignement du spectre.

les autres pôles cités sur la RSSR. En plus, un autre type d'interaction avec les collègues se trouve dans le pôle : *discussions avec les collègues*. Cela concernent des *réflexions didactique* sur les objectifs de l'enseignement « […] La discussion au final qu'est-ce qu'on... qu'est-ce qu'on peut faire, les objectifs qu'on veut atteindre ah et donc ça intervient pas mal dans la conception de cours mais… donc, soit la définition des objectifs » (EG, annexe 7.1, phrase 430). Nous étudierons dans les parties (§ 5.2.2) les effets mutuels de l'affinité didactique et disciplinaire « physique » de Jean et de ses interactions avec ses collègues.

Le pôle de ressources documentaires, un de cinq pôles qui nourrissent la conception des cours d'enseignement, concerne des livres d'histoire des sciences ou encore des magazines, à utiliser en classe sans les modifier « […] des textes, des illustrations, des articles, des revus ah à utiliser telles quelles sont avec les élèves comme matériaux » (EG, annexe 7.1, phrase 430).

Comme le montre la RSSR, les productions de ses élèves des années précédentes construisent un pôle qui alimente la conception de son enseignement. En effet, Jean fait un retour sur des productions des élèves (fiche, textes, devoirs) pour réfléchir à ce qu'ils ont produit « […] C'est-à-dire quand les élèves, ils produisent des trucs, ils écrivent, ils font des fiches, etc. J'essaie d'en garder une trace comme ça. Quand j'ai… cours à préparer […] je vois qu'est-ce que les élèves produisaient, je réfléchie à partir de ça » (EG, annexe 7.1, phrase 428).

Dans sa RSSR, Jean dessine non seulement les ressources mères qui peuvent entrer dans la constitution des ressources filles, mais aussi une ressource appelée « dispositif » pour la mise en œuvre d'une ressource fille. Il s'agit de type d'activités pour la classe « les dispositifs c'est-à-dire des euh… au-delà du contenu qu'est-ce qu'on met en place dans la classe pour faire travailler les élèves euh […] » (EG, annexe 7.1, phrase 430). Nous étudierons, dans les parties (§ 5.1.3), les effets mutuels de l'affinité et de la capacité d'appliquer un nouveau dispositif pour enseigner un tel contenu.

Le croisement de la RSSR de Jean avec ce qu'il a dit avant et après la RSSR confirme la grande importance qu'il donne à ses archives et aux productions de ses collègues : ces deux types de ressources constituent un grand pôle qui est dessiné en premier, situé en haut et à gauche de la RSSR, qui alimente la conception des cours et donc la conception des ressources filles. Nous avons relevé ainsi, dans la RSSR de Jean, plusieurs types de ressources qui peuvent être utilisées comme des ressources mères pour concevoir une ressource fille : la conception de celle-ci se nourrit essentiellement d'archives de Jean et des interactions avec ses collègues, mais aussi des ressources d'histoire des sciences, des interactions avec les élèves, et des activités à mettre en place. Pour un enseignement donné, nous étudierons si cette conception sera orientée par les affinités disciplinaire et didactique « physique » de Jean (§ 5.1.3).

Compléter le système de ressources pour l'enseignement du spectre (n) : apparition de ressources particulières

Nous continuons l'analyse du système de ressources de Jean en faisant un zoom sur l'enseignement du spectre en seconde. Nous nous appuyons sur l'analyse de l'entretien général (n). Au moment de l'entretien général de 2011, il y avait le changement du programme en seconde (BO seconde, 2010) avec deux évolutions majeures : entrées thématiques et démarches d'investigation (§ 3.4.3).

Lors de cet entretien, Jean déclare qu'il n'a pas enseigné le spectre depuis deux ans (2009-2011) à cause de « manque du temps ». Il trouve que l'histoire de sciences concernant le spectre est intéressante, mais il n'arrivait pas à bien poser des questions aux élèves en relation avec les démarches d'investigation. Nous avons repéré qu'il y a des ressources spécifiques pour l'enseignement de ce contenu :

- essentiellement ses archives : un chapitre sur l'histoire de la spectroscopie, des spectres, des illustrations colorées, des protocoles expérimentaux concernant l'obtention des spectres de différents types, des évaluations des élèves ;
- des ressources tirées de CLEA[92] « la Communauté Liaison Enseignant Astronome ah donc sur comment faire un peu d'astrophysique avec les élèves ? » (EG, annexe 7.1, phrase 279).
- des textes d'histoire des sciences, plus précisément un livre « le roman des éléments » de Nechaev & Jenkins (2005). Jean essaie de compléter son système de ressources en cherchant des ressources (§ 2.3.4) dans la discipline pour laquelle il a une faible affinité (Alturkmani, 2013). Cette ressource lui permet de développer sa conscience et son intérêt en chimie (§ 1.2.2) car elle éclaire les relations entre les éléments chimiques en relation avec la découverte de la spectroscopie (§ 3.4.2). Cette ressource « le roman des éléments » a un rôle particulier dans la conception de la ressource fille (§ 5.1.3) ;
- des nouvelles ressources concernant l'astrophysique. Pour actualiser ses ressources, il précise que sa collègue Nicole de formation plutôt « chimie » a des ressources en astrophysique et qu'il peut les intégrer à son système de ressources (§ 2.3.4). Nicole, de son côté, essaie aussi de compléter son système de ressources en cherchant des ressources dans la discipline pour laquelle elle a une faible affinité.

A travers l'analyse de la RSSR (figure 23), nous avons repéré qu'il n'existe, pour l'enseignement du spectre, aucune trace de productions d'élèves « Sur le spectre, je n'ai pas ça parce que quand je faisais le spectre avant je n'ai pas gardé, ça ne m'intéressait pas ce que les élèves produisaient » (EG, annexe 7.1, phrase 428). Les archives de Jean et les productions de ses collègues sont toujours dominantes dans la conception de l'enseignement du spectre, complétées, dans le pôle « ressources documentaires », par le livre « le roman des éléments » qui concerne l'histoire des sciences. L'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean semble l'encourager à chercher des ressources concernant l'histoire des sciences pour enrichir et compléter l'enseignement du spectre en seconde (§ 5.1.3) et à emprunter de nouvelles ressources en astronomie à une collègue de formation plutôt « chimie » (§ 5.1.2).

Orientation vers l'épistémologie de la physique et changements dans les ressources d'une année à l'autre

Nous analysons dans cette partie l'évolution du système de ressources de Jean pour l'enseignement du spectre (n+1) à travers l'entretien précédant l'observation de classe au cours de l'année (n+1), l'analyse de la RSSR retouchée (n+1) et la visite guidée de ses ressources.

[92] CLEA : http://www.ac-nice.fr/clea/

Au cours des années 2011-2012 et 2012-2013, Jean a enseigné le spectre en seconde. A travers l'analyse de l'entretien précédant l'observation de classe (n+1), il apparaît des changements dans son système de ressources pour cet enseignement. La visite guidée de ressources menée alors avec Jean nous a permis de repérer les effets de l'affinité didactique et disciplinaire « physique » sur la structure de ses ressources. En effet, concernant les questions fondamentales, Jean se concentre sur la physique. Il propose aux élèves un porte-vues « Généralité sur les sciences physiques… Lumière et spectroscopie » (cf. p. 192) en posant des questions sur la page de couverture comme celle-ci: « C'est quoi la physique ? » (annexe 8.1). Nous lui avons demandé s'il poserait aussi la question « C'est quoi la chimie ? ». Jean répond que non, car il voit la chimie toujours comme sous branche de la physique.

En croisant l'analyse du système de ressources de Jean pour l'enseignement du spectre (n) avec l'analyse de l'entretien précédant l'observation de classe (n+1) et la visite guidée de ressources, nous repérons des modifications dans son système de ressources. En effet, il existe des échanges entre Jean et deux nouveaux collègues Gilles et François qui ne sont pas cités auparavant. Cela montre que Jean essaie de créer des interactions avec des nouveaux collègues dans l'objectif de renouveler et enrichir son enseignement (§ 5.1.2) et donc c'est une nouvelle ressource pour Jean. A travers la visite guidée des ressources au cours de l'entretien précédant l'observation de classe, il apparaît des travaux d'élèves dans ses archives (réponses aux questions de l'évaluation et des synthèses de cours sous forme d'un diagramme conceptuel), le diagramme conceptuel de Jean et l'introduction de la notion d'onde. *Le diagramme conceptuel* est réalisé à la fin de certaines leçons. Il met en relation des concepts et leurs propriétés présentés pendant ces dites leçons. La technique didactique de Jean est composée de trois parties :

- D'abord il demande à chaque groupe d'élèves de dessiner un diagramme ;
- Ensuite il met en commun tous les diagrammes pour croiser et discuter ;
- Enfin Jean propose son propre diagramme aux élèves comme corrigé (annexe 8.12).

De plus, nous ne repérons pas dans ses ressources de procédures expérimentales pour obtenir différents spectres. En revanche, nous repérons une ressource pour classer les différents types de spectre sous la forme d'un tableau en trois colonnes (source lumineuse, spectre, caractérisation du spectre). Les élèves devaient remplir les cases : spectre et caractérisation du spectre pour une source lumineuse (lampe à incandescence, tube néon, soleil). Comme il a une grande maîtrise de ce domaine-là, il n'intègre pas toutes les informations utiles dans les ressources filles, mais il les apporte en commentaires oraux.

Par ailleurs, l'analyse de la RSSR retouchée[93] (voir figure 25) par Jean au cours de l'entretien précédant l'observation de classe (n+1) confirme l'existence du centre et des cinq pôles que nous avons déjà soulignés dans la partie précédente. Mais il apparaît des changements (en vert foncé) dans le système de ressources pour l'enseignement du spectre.

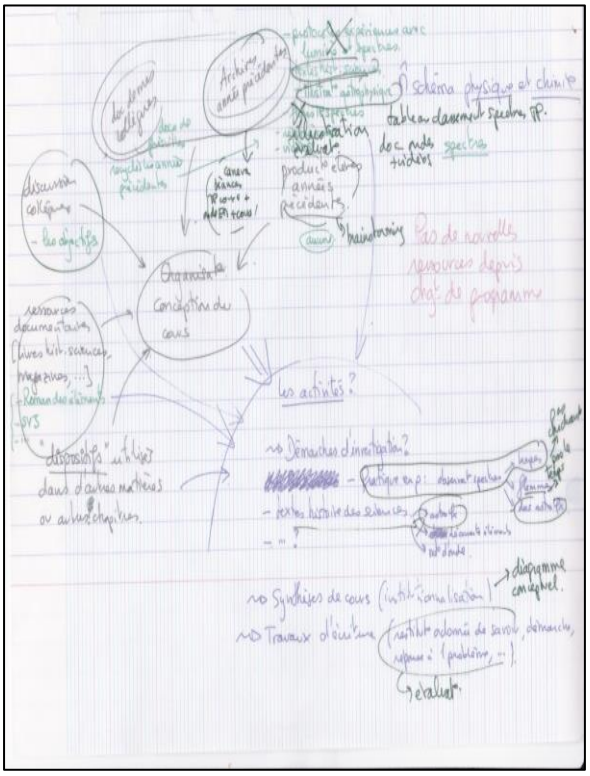


Figure 25 : RSSR retouchée originale (n+1)

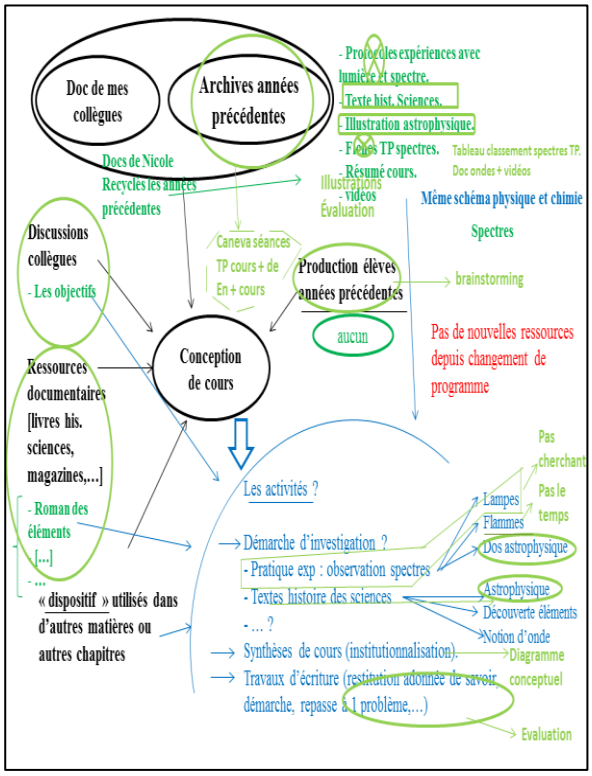


Figure 25* : RSSR retouchée mise en forme par l'auteur

En effet, Jean supprime de l'enseignement du spectre l'utilisation des ressources provenant de ses archives, des protocoles expérimentaux et des fiches TP. En revanche, il rajoute des nouvelles ressources : ressource pour classer les différents spectres (voir ci-dessus) et ressource pour la notion d'onde (posant la question « qu'est-ce qu'une onde ? ») qui met en évidence les types d'onde et les modélisations associées.

Dans le pôle « productions des élèves des années précédentes », il apparaît que Jean garde des traces des écritures des élèves pour une réutilisation ultérieure. Il précise que ses archives lui servent dans l'enseignement du spectre, pour ce qu'il appelle « canevas » de séances (TP et cours). Selon Jean, ce « canevas » est un « brouillon » qui porte en germe la structure des ressources ultérieures. Il précise le temps nécessaire pour chaque étape d'enseignement, les activités proposées aux élèves, et l'organisation de la classe « […] j'ai un script de la séance j'appelle ça canevas aussi je sais pas c'est-à-dire ça dit étape par étape, qu'est-ce qu'il faut

[93] Les consignes que nous avons donné à Jean : Lors de notre entretien de l'année précédente, vous avez fait un schéma de votre système de ressources donc de l'ensemble des ressources que vous utilisez pour organisez votre enseignement. Ce que je vous demande de faire est de noter sur un papier calque les ressources que vous avez utilisées (allez utiliser) et les ressources produites pour préparer ces séances en astrophysique (cours, TP…) et aussi de noter les changements éventuels dans votre système de ressources : s'il y a donc de nouvelles ressources qui ont été ajoutées et intégrées dans l'ensemble de vos ressources. Vous devez donc préciser dans ce schéma quelles sont les ressources auxquelles vous avez fait (allez faire) appel pour préparer vos séances et les nouvelles ressources au cas où il y a de nouvelles ressources qui viennent s'ajouter à l'ensemble.

faire pendant cinq minutes on fait ça, après pendant dix minutes on fait ça, après pendant un quart d'heure on fait ça… donc y a le temps qu'en indicatif, y a des consignes de travail qu'on donne aux élèves ça c'est une ressource […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 209). Donc, le canevas est le germe de la ressource fille produite par l'enseignant sous forme plan qui lui permet de prévoir son travail et les activités de ses élèves en classe (§ 5.1.3). Il apparaît comme un élément caractéristique de son travail documentaire.

Dans le pôle de l'activité, Jean entoure en vert foncé les pratiques expérimentales concernant l'observation des spectres en utilisant différentes sources « lampes » et précise qu'il ne dispose « pas de temps » pour réaliser le spectre de flamme (ce qui est différent de Philippe, § 5.2.3). Il entoure les textes d'histoire des sciences sur la RSSR retouchée, surtout en astrophysique. Il semble que son affinité l'oriente vers le domaine physique. Pour la synthèse de cours, il précise deux nouvelles ressources pour faire travailler les élèves, c'est « le diagramme conceptuel », ainsi que « l'évaluation » dans les travaux d'écriture. Il demande aux groupes d'élèves de représenter ce qu'ils ont tiré comme connaissances dans une feuille et faire la comparaison entre eux avant de leurs donner son diagramme conceptuel qui est construit par lui-même « […] lors de faire un cours je leur disais voilà, vous organisez vos connaissances avec un schéma. Je fais ça à plusieurs groupes comparés…et après je leur ai proposé moi mon diagramme à moi…digramme conceptuel […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 165).

Ces deux dernières évolutions (diagramme conceptuel et évaluation) correspondent à ce que nous avons relevé dans la visite guidée des ressources au cours de l'entretien précédant de l'observation de classe (n+1).

Ainsi, nous avons repéré l'évolution dans le système de ressources de Jean concernant l'enseignement du spectre en seconde et des impacts de son affinité. Jean s'appuie de moins en moins sur les protocoles expérimentaux (il apporte les informations à l'oral, ce qui semble refléter la maîtrise dans la discipline majeure), il intègre la notion d'onde dans son enseignement (introduction et vidéo) et se concentre sur les textes d'histoire des sciences en astrophysique (il oriente donc son enseignement vers la physique).

Synthèse de l'analyse du système de ressources de Jean (n et n+1)

L'entretien général, l'entretien précédant l'observation de classe (comprenant la visite guidée de ressources, la représentation schématique des relations entre l'enseignement de la physique et celui de la chimie, la RSSR dessiné au cours de l'entretien général (n), la RSSR retouchée au cours de l'entretien précédant l'observation de classe (n+1)), l'entretien à chaud que nous avons mené avec Jean montrent les relations fortes entre l'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean et son système ressources.

Les affinités disciplinaire et didactique « physique » de Jean lui fait considérer que la chimie est une sous branche de la physique et lui donne plus de confort dans la discipline majeure : moins de matériels et moins d'aides requises pour faire des expériences. Une conscience développée permet de se passer d'aide, et d'ajuster au juste nécessaire le matériel demandé De manière générale, son affinité lui fait consacrer beaucoup plus de temps pour l'enseignement de la physique que pour celui de la chimie.

Jean souligne différents types de ressources dans son système de ressources : des ressources pour préparer et concevoir son enseignement (archives et productions de ses collègues), des réflexions avec les collègues sur l'objectif de son enseignement, des ressources de réflexions pédagogiques, des ressources expérimentales concernant la mise en œuvre des expériences (protocoles), des productions des élèves, des dispositifs de travail concernant la mise en œuvre de ses ressources filles. Par rapport aux ressources données aux élèves, il donne des ressources contenant plutôt des procédures expérimentales dans l'enseignement de la chimie et plutôt théoriques dans l'enseignement de la physique. Nous constatons que son système de ressources est dynamique du fait de l'organisation de ses parties et du renouvellement des ressources filles.

Pour un contenu déjà donné, il retravaille ses archives en « recyclant » ses anciennes ressources et construisant des ressources filles. A partir de ses archives, il construit un « canevas » des séances germe de la ressource fille correspondante. Cette ressource lui permet de préciser la préparation et le déroulement de son enseignement (cours, TP, questions, ressources données aux élèves). Ainsi, Jean utilise un ensemble de ressources variées pour préparer son enseignement. Son affinité didactique « physique » semble l'encourager à modifier des ressources pour enrichir l'enseignement du spectre en seconde d'une année (n) à l'autre (n+1) : de nouvelles ressources sont intégrées et des anciennes ressources supprimées. Il prépare un canevas pour organiser ses activités enseignantes. Il utilise de moins en moins les protocoles expérimentaux. Les productions des élèves sont utilisées pour introduire l'enseignement du spectre. Des nouvelles techniques didactiques sont utilisées avec les élèves : le diagramme conceptuel et l'évaluation des élèves. En outre, il se concentre sur la physique dans les questions fondamentales : il a un classeur qui porte sur la question « c'est quoi la physique ». Il semble que son affinité disciplinaire et didactique « physique » sollicite des questionnements liés à l'épistémologie de cette discipline.

5.1.2 Affinité et interactions avec les collègues

Il s'agit, dans cette partie, d'analyser les interactions de Jean avec ses collègues à travers son affinité disciplinaire et didactique « physique ». Nous repérons d'abord les différentes interactions avec les collègues dans et hors l'établissement, dans une variété de contextes. Nous nous attachons ensuite à présenter les effets mutuels de l'affinité didactique de Jean et de ses interactions. Pour cela, nous nous mobiliserons l'entretien précédant l'observation de classe (n+1) et la représentation schématique des interactions avec les collègues (RSIC) que Jean a tracée au cours de cet entretien.

Différentes interactions en et hors de l'établissement de Jean

Nous analysons ici des éléments issus de l'entretien précédant l'observation de classe (EPOC) ainsi que la Représentation Schématique des Interactions avec les Collègues (RSIC) qui nous permettent, en les croisant, de mettre en relation les interactions de Jean avec ses collègues et son affinité. Nous venons de montrer (§ 5.1.1) que le système de ressources de Jean intègre les productions de ses collègues ainsi que les discussions avec eux. Nous allons expliciter davantage ce résultat dans la section suivante où nous nous centrons sur les interactions de Jean avec ses collègues à l'intérieur et hors de son établissement.

L'analyse de l'entretien (EPOC) montre que les interactions de Jean prennent deux formes (voir le thème « Interactions avec les Collègues » dans la méthodologie d'analyse § 3.6.3) : les interactions privilégiées au sein de son établissement avec deux enseignants de SPC (Gilles et Nicole) ; ses interactions en dehors de son établissement avec le groupe GFEN[94] (Groupe Français d'Education Nouvelle).

Le GFEN est un mouvement de recherche et de formation en éducation, il propose des stages de formation et des universités d'été. Il préconise l'application d'une démarche « auto-socio-constructiviste », qui privilégie, au cœur de l'enseignement, les interactions entre les pairs où l'élève construit son savoir lui-même et par confrontation avec ses pairs. Son site est organisé en direction des enseignants qui veulent se former. Il contient plusieurs rubriques : « présentation ; actions ; ressources ; revue Dialogue ; offre de formation ». La rubrique « présentation » explique la constitution et le développement de ce groupe ainsi que la manière d'y adhérer. La rubrique « action » concerne les appels aux événements nationaux dans le domaine de l'éducation. La rubrique « ressources » contient plusieurs parties : « livres et périodiques », « dossier », « pratique », « regard ». Il s'agit des livres ou des articles ou commentaires ou proposition sur l'enseignement. La rubrique « revue Dialogue » concerne une revue de recherche sur des pratiques en éducation. La rubrique « offre de formation » concerne les formations proposées par le GFEN. Il n'a pas de dimension collaborative et le parcours du site en simple visiteur ne fait pas apparaître d'espaces de travail pour les enseignants, ni de ressources d'enseignement.

Jean a participé avec Nicole et Gilles à plusieurs stages de formation GFEN. Nous ne repérons pas ces dernières interactions dans la RSSR (§ 5.1.1). Ses échanges avec Nicole et Gilles sont aussi dirigés vers la façon d'enseigner « […] Ah… donc c'est des gens avec qui je vais de manière privilégiée, échanger sur ce que j'ai envie de faire, sur ce que je fais, sur ce que j'ai fait… ce qu'on a envie de faire, sur ce qu'on fait, sur ce qu'on a fait […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 76).

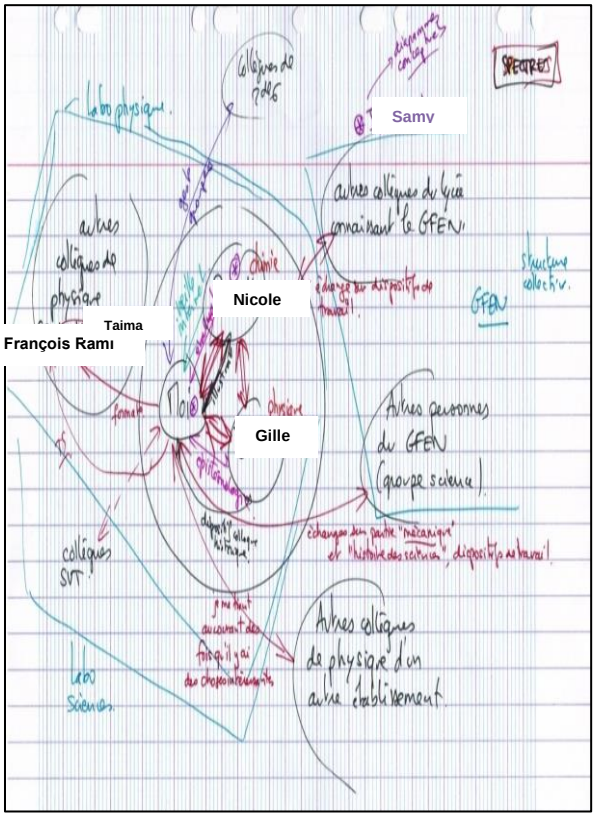
Par ailleurs, l'analyse de la RSIC (voir figure 26) corrobore les interactions de Jean sous les deux formes citées auparavant, mais elle montre aussi d'autres formes d'interactions avec des collègues dans et hors son établissement. Nous cherchons dans le schéma un centre éventuel, des termes critiques et des pôles. Cela permet de repérer les interactions les plus intéressantes pour l'enseignant (voir la méthodologie de l'analyse de la RSIC dans la partie § 3.6.3). Au total, sept types d'interactions font l'objet de la RSIC (cinq interactions au sein de l'établissement et deux interactions en dehors de l'établissement) :

- Le premier type d'interaction, que nous désignons par I1, concerne les échanges de Jean (*Moi*) avec deux enseignants de SPC (*Nicole et Gilles*) dans le laboratoire de physique-chimie de son établissement que Jean appelle *le laboratoire de physique*. Il se situe au milieu de la RSIC (rappelons ici que Jean considère la chimie comme une sous-branche de la physique) ;
- Le deuxième type d'interaction, que nous désignons par I2, est spécifique des échanges de Jean avec les autres enseignants de SPC (*François, Rami, Taïma*) dans *le laboratoire de physique* au sein de son établissement. Il se situe en haut et à gauche de schéma. Les deux

[94] http://www.gfen.asso.fr/fr/accueil.

premières interactions se trouvent sous le rectangle nommé « le laboratoire de physique » ;

- Un troisième type d'interaction, que nous désignons par I3, concerne les interactions de Jean avec les autres *collègues comme les professeurs de SVT*. Les interactions I3 avec I1 et I2 se situent dans le laboratoire que Jean appelle *le laboratoire de sciences* au sein de son établissement ;
- Un quatrième type d'interaction, que nous désignons par I4, est spécifique des interactions avec les *enseignants (qui enseignent dans la même classe* que Jean) ;
- Un cinquième type d'interaction, que nous désignons par I5, présente les interactions de Jean, en dehors de son établissement, avec le GFEN. Cela concerne deux formes d'interactions : l'une avec *d'autres collègues du lycée* (comme Nicole et Gilles) qui connaissent le GFEN, et l'autre concerne *les personnes du GFEN hors de l'établissement* qui sont attachées au *groupe de sciences* ;
- Un sixième type d'interaction, que nous désignons par I6, concerne les interactions avec d'autres *collègues d'un autre établissement* que Jean appelle *collègues de physique* ;
- Un septième type d'interaction, que nous désignons par I7, concerne Nicole et un enseignant de philosophie de son établissement.



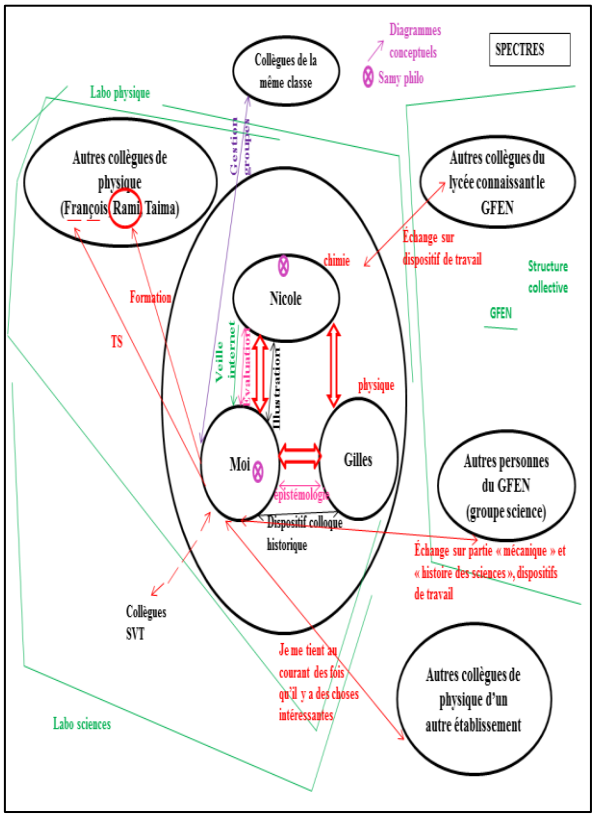


Figure 26 : RSIC de Jean originale (année n+1)

Figure 26* : RSIC mise en forme par l'auteur

Nous voyons que I1 et I5 occupent la plus grande place par rapport aux autres interactions. De plus ce sont les interactions qui ont été dessinées en premier, ce qui nous montre que ces deux interactions sont essentielles pour Jean. Les interactions I1 de Jean avec Nicole et Gilles sont

très fortes : il apparaît dans l'interaction I1 trois doubles flèches *réversibles* en rouge pour lier les relations entre ce trio (Moi, Nicole, Jean) ce qui n'existe pas dans d'autres interactions.

Dans la suite, nous présentons les effets mutuels de l'affinité didactique « physique » de Jean et de ses interactions avec ses collègues.

Effet mutuel de l'affinité de Jean et de ses interactions avec ses collègues

Pour préciser les orientations de l'affinité didactique et disciplinaire de l'enseignant dans ses interactions, nous cherchons dans les flèches dessinées (directe, réversible, pointé) si l'enseignant aide ou s'il reçoit des aides dans l'enseignement d'une autre discipline. Le rôle de flèches dessinées entre les termes est révélateur de l'effet mutuel de l'affinité didactique et de ses interactions avec ses collègues (§ 3.5.3).

Plusieurs formes d'interactions apparaissent dans la RSIC. Ces formes renvoient aux différents objets de ces interactions (voir le thème d'interactions dans la méthodologie d'analyse des données dans la partie § 3.6.3).

L'interaction I1 de Jean avec Nicole de formation plutôt « chimie » concerne plus particulièrement *l'évaluation* des élèves (double flèche en rose entre Jean « Moi » et « Nicole ») ; et *la veille Internet* (flèche en vert de « Nicole » vers Jean « Moi »). En revanche, les interactions de Jean avec Gilles de formation plutôt « physique » concernent plus particulièrement l'épistémologie des savoirs (flèche en rose entre Jean et Gilles) « […] les catégories qui structurent ces différents d'échanges c'est plutôt : Est-ce que ça porte sur l'évaluation, est-ce que ça porte sur l'épistémologie de savoir. Par exemple avec Gilles, j'ai des relations beaucoup plus soutenues sur le savoir, sur l'épistémologie de savoir, d'histoire des sciences, on réfléchit beaucoup ensemble là-dessus. Avec Nicole, j'ai des relations très soutenues sur comment évaluer les élèves ? […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 119). Jean précise que l'évaluation des élèves par compétence est importante pour lui. Pour cela, il s'appuie sur Nicole car elle est la personne *source* dans le domaine de l'évaluation : « […] elle a été très motrice sur l'histoire d'évaluation ah… c'est elle qui a monté un outil d'informatique pour saisir des évaluations par compétences etc… et du coup, elle me… c'est avec elle que je travaille sur cette histoire ça… moi l'histoire d'évaluation pour moi c'est important parce qu'on a voulu ensemble arrêter les notes et donc c'est vrai, on a beaucoup travaillé ça […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 121).

La forte affinité disciplinaire et didactique de Jean pour la physique le pousse probablement à ne pas parler de la même chose avec ses deux collègues (professeurs de SPC) : ses discussions avec un collègue de formation plutôt « physique » concernent la nature des savoirs en physique et la préparation et mise en œuvre des cours et l'autre avec une collègue de formation plutôt « chimie » concerne l'évaluation des élèves par compétences et la recherche de ressources via l'Internet.

Les interactions I5 de Jean avec le GFEN corroborent l'orientation de son affinité disciplinaire et didactique « physique ». Comme nous le venons de montrer, le cinquième type d'interaction I5 peut se décomposer en deux formes :

- la première forme concerne des interactions avec les autres collègues de son lycée qui connaissent le GFEN (double flèche en rouge avec toute l'interaction I1). Il s'agit

d'échanges sur *le dispositif de travail*. Son affinité « physique » l'oriente vers un nouveau dispositif de travail pour enseigner un contenu physique (§ 5.1.3). C'est peut-être plus confortable grâce à ses connaissances solides dans ce domaine (§ 2.1.2) ;

- la deuxième forme spécifique des interactions de Jean avec les *autres personnes scientifiques* du GFEN (double flèche en rouge). Il s'agit des échanges sur une partie de la physique « mécanique » et sur l'histoire des sciences et le dispositif du travail « […], je suis en contact avec d'autres personnes dans d'autres villes de France qui sont des scientifiques et qui sont au GFEN et avec eux j'ai beaucoup d'échanges sur… sur très pointu sur le cours de mécanique, le cours un peu compliqué donc on a beaucoup discuté de ça, on a beaucoup discuté épistémologie, histoire des sciences, et puis dispositifs de travail parce que j'ai travaillé avec eux sur une séquence que j'ai faite, on a beaucoup analysé ; c'est les gens qui sont assez [costauds] au niveau épistémologie donc voilà…[…] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 111).

L'affinité disciplinaire et didactique de Jean semble l'inciter à des échanges non seulement avec des enseignants de SPC mais aussi avec des scientifiques. Son affinité l'encourage à discuter avec des chercheurs surtout en ce qui concerne des contenus physiques comme par exemple la « mécanique ». Cela corrobore la maîtrise pour sa discipline majeure. En revanche, nous n'avons pas repéré chez Jean des discussions avec des chercheurs sur des contenus chimiques.

Ses interactions avec d'autres collègues qu'il appelle « collègues de physique » d'un autre établissement semblent marginales (interaction I6 se trouve en bas de ce schéma). Selon Jean, il s'agit d'échanges pour développer leurs ressources. Il est possible que ses interactions concernent des contenus en physique, mais nous n'avons pas eu accès à celles-ci. Jean précise que ce sont de collègues de physique d'ailleurs et nous ne repérons pas de collègues de physique-chimie.

Par rapport aux interactions I2, l'affinité didactique « physique » de Jean oriente ses interactions I2 avec les autres collègues de SPC (François, Rami, Taïma) dans le *laboratoire de physique* au sein de son établissement. Il s'agit d'interactions avec des enseignants qui n'ont pas des relations fortes avec la culture d'enseignement proposée dans le GFEN « […] auto-socio-construction […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 111). Les interactions de Jean avec Rami sont de type *formation* (flèche rouge de terme « moi » vers « Rami ») « […] y a Rami qui a déjà fait des stages avec le GFEN et qui aimerait bien aller dans cette direction mais il n'a pas beaucoup de temps à consacrer. Du coup, il avance à son rythme, […], des fois ah ben tiens je suis en train de faire là-dessus on réfléchit ensemble et je suis plus là en terme de… je pose une position un peu de, je l'aide à se former […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 111). Les interactions de Jean avec François concernent particulièrement des discussions générales sur la classe de terminale STI2D (sciences et technologies de l'industrie et du développement durable) spécialité ITEC (innovation technologique et éco-conception) en traçant une flèche en rouge de terme « moi » vers « François ». Les interactions de Jean avec Taïma sont marginales car elle est récemment devenue professeure de physique-chimie et avant elle était professeure de physique appliquée (spécialité disparue) « […] Taïma, j'ai pas trop d'échanges avec elle, c'est une collègue de physique appliquée qui rejoint notre équipe là récemment parce que les prof de physique appliquée ont disparu et ils sont devenus des profs de

physique… elle est sur le STI2D (science et technologies de l'industrie et du développement durable), du coup on n'a pas trop échanges…alors, elle a une façon hyper classique de faire cours de physique…y a pas la même culture de l'enseignement je dirais » (EPOC, annexe 7.2, phrase 111).

La forte affinité didactique de Jean en physique ne sollicite pas beaucoup les interactions avec des collègues qui ne se trouvent pas dans la dynamique de son travail documentaire. Autrement dit, il a surtout des interactions avec des collègues au sein de son établissement en relation avec le GFEN.

Dans les interactions I3, l'affinité didactique « physique » de Jean semble l'encourager à faire des contacts non seulement avec des enseignants de SPC, mais aussi avec des collègues de SVT du fait de relations entre ces disciplines scolaires : Jean proposait à une collègue de SVT de parler, dans son cours de SVT, du concept « énergie », du point de vue de la physique « […] Et puis, là ma collègue… qui est-elle paraît, j'avais fait un stage avec le GFEN, donc on partage un petit peu de références communes… elle, elle a fait un chapitre sur l'énergie ah… en SVT la besoin de notion d'énergie, du coup je lui ai proposé d'essayer de prendre avec moi un petit peu de temps « physique », parler de l'énergie avec les élèves en seconde avec mes élèves de seconde parce que elle ça l'aide à… à l'utiliser dans son cours… » (EPOC, annexe 7.2, phrase 115). L'affinité didactique « physique » semble orienter les interactions de Jean avec les collègues d'autres disciplines (SVT) pour apporter un éclairage physique sur les concepts transversaux (énergie).

Les interactions I4 avec les autres collègues de la même classe semblent marginales (flèche réversible en violet entre le terme « Moi » et « collègue de la même classe »). Cela concerne des discussions avec la collègue de mathématiques de la même classe, qui a fait des stages au sein du GFEN, concernent les découpages de classes en groupe, car les deux enseignants visent à impliquer les élèves dans l'apprentissage. Nous n'avons pas repéré que Jean discute avec ce collègue sur l'aspect mathématique en physique. Il semble que son affinité didactique « physique » forte lui permet d'avoir une maîtrise des relations entre les deux enseignements physique et mathématiques.

Enfin, il existe des discussions I7 concernant l'utilisation du « diagramme conceptuel » (§ 5.1.1) et le travail des élèves (interaction de Jean avec Nicole avec Samy qui est un professeur de philosophie). En appliquant la démarche auto-socio-constructiviste, Jean déclare avoir des difficultés pour mettre les élèves dans la réflexion et la recherche car il trouve que c'est difficile à impliquer les élèves dans ce travail « […] Et je sais…du coup avec Nicole et avec Samy le collègue de philo… on… de temps en temps en fonction des cours… par exemple j'essaie de voir est-ce que cette façon de faire ce n'est pas ça serait pas une façon d'aider les élèves à… à structurer collectivement des connaissances qu'ils auraient construites » (EPOC, annexe 7.2, phrase 173). A travers ces discussions, il semble que Jean essaie de développer le topos (§ 2.2.3) d'élèves en leur donnant plus de responsabilités pour l'avancée du savoir dans la classe.

La RSIC met ainsi en évidence des effets mutuels de son affinité et de ses interactions. Plus précisément, elle permet de comprendre ses interactions au sein et hors de son établissement.

Synthèse de l'analyse des interactions de Jean avec ses collègues

L'analyse de l'entretien précédant l'observation de classe et de la RSIC, et le croisement avec ce que Jean dit après avoir dessiné ce schéma, donnent des informations sur les effets mutuels de son affinité et de ses interactions.

Il apparaît, en premier lieu, une forte interaction entre Jean et deux collègues de SPC (Nicole et Gilles) au laboratoire de l'établissement que Jean appelle le laboratoire de *physique*. L'objet de ces interactions est orienté par l'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean : il concerne des réflexions sur l'épistémologie et l'histoire de la physique avec un collègue de formation plutôt « physique » pour enseigner un contenu physique ; il concerne l'évaluation des élèves et la recherche de ressources via l'Internet avec une collègue de formation plutôt « chimie ».

En second lieu, il apparaît des interactions fortes avec les collègues du groupe GFEN. Les interactions avec d'autres personnes du GFEN (groupe de sciences) concernent une partie de la physique « mécanique ». Il semble que c'est plus confortable pour Jean de creuser les contenus de la physique. En revanche, nous ne repérons pas de discussions avec des chercheurs sur la chimie.

Les interactions avec les autres collègues de SPC dans son établissement se trouvent dans la dynamique de la culture du GFEN : Jean forme un autre collègue qui connaît un peu ce groupe, mais n'échange pas beaucoup avec les autres collègues loin de la culture scientifique de ce groupe. Il semble que c'est plus confortable pour Jean d'interagir avec des collègues qui sont dans la dynamique de son travail documentaire.

Enfin, les interactions avec une collègue de SVT sont orientées par l'affinité didactique « physique » puisqu'il échange avec cette collègue sur un concept de physique « énergie » du point de vue de la physique.

5.1.3 Affinité et travail documentaire, focus sur le spectre

Il s'agit dans cette partie d'analyser un document orienté (§ 2.3.3) : ici la conception et l'analyse d'une ressource fille orientée et la mise en œuvre de celle-ci en classe. Nous présentons l'analyse de ressources mères utilisées par Jean et plus particulièrement les ressources mères structurantes concernant l'enseignement du spectre-astrophysique en seconde. Nous analysons ensuite le processus de conception de la ressource fille et sa mise en œuvre.

Les ressources mères mobilisées, et les ressources mères structurantes (description et analyse)

Nous décrivons d'abord les ressources mères que Jean a mobilisées afin de construire la ressource fille. Nous continuons par l'analyse des ressources mères structurantes qui ont un rôle particulier dans cette construction et dans le développement de l'affinité de Jean.

Pour mener cette analyse, nous exploitons l'entretien général et l'entretien précédant l'observation de la ressource fille orientée en classe (EPOC) et l'entretien à chaud (EAC) après avoir mis en œuvre la ressource en question et les ressources de l'enseignant. Nous procédons aussi à l'analyse des extraits du journal de bord qui concernent les ressources

mères structurantes (voir le thème « système de ressource », « ressources mères structurantes » et l'analyse du journal de bord dans la partie § 3.6.3).

Il s'agit de construire des nouvelles ressources car Jean n'a pas encore développé l'enseignement du spectre en relation avec l'astrophysique. Nous considérons que c'est un type de tâches didactique *problématique* (§ 2.2.2). Le choix de construire une ressource fille est en relation avec une nouvelle technique didactique (§ 2.2.4) qui est présentée dans la formation GFEN, que ce groupe appelle « le colloque historique » : « Ah…ouais…en gros l'idée principale s'appuie sur l'histoire des sciences fortement et de faire travailler les élèves en groupes où chacun travaille sur une période historique, un personnage, un moment clé, à partir d'un ensemble de documents qu'il doit s'approprier, qu'il doit lire etc. Après, ils font une présentation au reste de la classe de tout ce qu'ils ont compris de ce moment de l'histoire et du coup, comme ça, on a bout à bout quand tous les élèves tous les groupes interviennent refaire un peu une histoire des idées […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 32). Donc, « le colloque historique » est une organisation particulière de l'activité des élèves par le professeur. Elle repose sur l'analyse épistémologique par le professeur de l'émergence des notions, il découpe en période, il rassemble des ressources sur chaque période, ensuite les élèves doivent l'analyser et en faire un exposé. Puis, la classe va reconstruire le savoir, chaque groupe est en charge d'une partie de questions. Il semble qu'il y a une sorte de déconstruction de savoir par le professeur et de reconstruction par les élèves. Cette technique didactique est proposée par son collègue de formation plutôt « physique », Gilles. Nous explorons les interactions de Jean avec Gilles dans la section suivante.

Pour préparer la ressource fille, Jean a recourt à des ressources mères diverses (voir annexe 8.2). Selon lui, il y a des nouvelles ressources qui sont des sites Internet à la fois des sites du monde libre « Wikipédia » et des sites institutionnels « Robert in Space[95], Ressource physique ENS (dossier astrophysique)[96] » ainsi que des anciennes ressources comme le diaporama[97] reçu pendant la formation au sein de « l'observatoire de Lyon[98] » et le livre « le roman des éléments » (Nechaev & Jenkins, 2005). Nous allons décrire et analyser chaque ressource :

- « Wikipédia » est un site Internet collaboratif qui n'est pas destiné à l'enseignement ;

- « Robert in Space » est un site Internet construit par un professeur de SPC qui se décrit comme 'professeur de physique en lycée', formateur d'enseignants en astronomie. Il développe un site pour tout public, « pour rendre largement accessible les concepts de la physique et de l'astronomie » (échange de mél avec le responsable du site). Ainsi, le site contient des thèmes et des sous-thèmes physique et astronomique. Il existe plusieurs questions relatives à chaque sous-thème. Pour chaque question, le site propose une leçon mettant en scène une réponse ;

- « Ressource physique ENS (dossier astrophysique) », ce sont des ressources développées par l'ENS de Lyon en partenariat avec le ministère de l'éducation nationale. Elles sont appelées de « culture sciences physique ». Ces ressources sont destinées à l'enseignement de la

[95] http://philippe.boeuf.pagesperso-orange.fr/robert/astronomie/astronomiequest.htm
[96] http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/par_theme?part=//Physique//Astrophysique&urn=12:5&termes=&obj=&media
[97] http://cral.univ-lyon1.fr/labo/fc/cdroms/cdrom2004/cd_lum/presentations/historique.ppt
[98] http://cral.univ-lyon1.fr/

physique au collège et au lycée. Plusieurs thèmes et des sous-thèmes scientifiques existent dans le site en lien avec la physique, l'astrophysique, la mécanique, l'optique et l'électricité. Pour chaque sous thème, il y a une leçon ;

- le diaporama reçu pendant la formation au sein de « l'observatoire de Lyon » (annexe 8.10) contient 18 diapos. Nous l'appelons diaporama spectre-astrophysique car il présente de manière chronologique les travaux de Newton concernant l'origine du spectre, ceux de Wollaston concernant la découverte des raies noirs dans le spectre du soleil, la construction d'un instrument (spectroscope) par Fraunhofer qui permet d'observer un spectre, les travaux de Kirchhoff et Bunsen sur le développement du spectroscope et la découverte de l'analyse spectrale, l'effet Doppler lorsqu'il y a mouvement entre un observateur et une source, la découverte de l'hélium par Janssen et Lockyer, le classement des spectres des étoiles selon 7 catégories, et un extrait du texte d'Auguste Comte dans son cours Philosophie moderne. Ce diaporama contient les photos de savants et les dates de découvertes ainsi que des illustrations et images des spectres. Il propose une synthèse des grandes idées concernant l'émergence de la spectroscopie (§ 3.4.2) et ses relations avec l'astrophysique. Cette ressource a un rôle particulier dans le développement de la conscience disciplinaire de Jean en spectre et astrophysique. A partir de ce diaporama, Jean comprend mieux l'histoire et les liens entre les travaux de scientifiques autour du spectre et l'astrophysique. Ainsi, Jean découvre la problématique initiale de la spectroscopie à travers le texte d'Auguste Comte[99] : « […]…c'est un texte d'Auguste Comte qui dit qu'on saura jamais étudier la composition chimique ou la structure des… des étoiles car elles sont trop loin et la chose qu'on peut savoir là-dessus leurs positions et leurs mouvements… et j'avais beaucoup aimé ce… ce texte parce que justement il montre très bien la *problématique* qu'il y a derrière la spectroscopie-astrophysique » (EPOC, annexe 7.2, phrase 26). Nous allons maintenant croiser avec l'analyse du journal de bord (voir la méthodologie d'analyse du journal de bord dans la partie § 3.6.3) qui permet de suivre le travail documentaire de l'enseignant. Nous repérons de l'extrait du journal de bord (tableau 36 ci-dessous, développé dans l'annexe 9.1) que Jean appel le contenu du diaporama spectre-astrophysique « *physique* ». Cette ressource entre dans la conception de la ressource fille.

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
Diaporama obs. Lyon formation Au début…	Physique			

[99] Auguste Comte : Philosophe Français (1798-1857).

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Texte A. Comte Illustration Notes sur histoire spectro (ressource 3 bis)		Individuel	Bureau

Tableau 36. Extrait 1 du journal de bord

En effet, cette ressource donne la naissance à des productions comme le *texte d'Auguste Comte*. A partir de cette ressource, Jean écrit des *notes* concernant les savants et leurs travaux pour le thème du spectre-astrophysique (voir annexe 8.3) : *Newton concernant la décomposition de la lumière, travail de Fraunhofer sur les raies dans le spectre solaire, travail d'Angstrom sur les raies brillantes, Bunsen et Kirchhoff sur la correspondance des raies d'absorbance et des raies d'émission, effet Doppler sur décalage des raies, classement spectral des étoiles.* Ces notes entrent dans la conception de la ressource fille orientée (voir tableau 37 ci-dessous, développé dans l'annexe 9.2).

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Notes sur histoire spectro (ressource 3 bis) : réflexion sur découpage en « thèmes » pour colloque		Individuel	Bureau

Tableau 37. Extrait 2 du JB

A travers cet extrait du journal de bord, nous observons que les notes tirées du diaporama spectre-astrophysique permettent d'organiser la structure de la ressource fille. En effet, Jean indique que ces notes donnent lieu à des découpages de la ressource fille en plusieurs *thèmes*. Nous considérons que c'est une étape de la conception de la ressource fille. Cette ressource est structurante physique car elle semble soutenir le développement de l'affinité pour le thème de spectre-astrophysique. Elle a permis de comprendre la problématique de la spectroscopie et astrophysique à travers le texte d'Auguste Comte et donc de développer l'intérêt et la conscience disciplinaire pour ce thème. Elle entre dans la conception de la ressource fille à travers les notes prises sur les thèmes choisis pour les sujets de cette ressource ;

- le livre « le roman des éléments ». Nous repérons que cet ouvrage contient introduction « De quoi les choses sont-elles faites ? » et sept chapitres : « L'air vital ; La chimie et l'électricité forment une alliance ; Quelque chose d'à la fois rouge et bleu ; La loi de Mendeleïev ; Les gaz nobles ; Les rayons invisibles ; L'histoire continue » ainsi que des annexes. Ce livre raconte des histoires amusantes et étonnantes. Il retrace les évènements qui ont permis de découvrir différents éléments chimiques historiquement et épistémologiquement. Cela est présenté sous la forme d'un récit : les recherches des savants, leurs tentatives, leurs raisonnements. Grâce à

ce livre, Jean comprend les liens entre les éléments chimiques et la spectroscopie, ce qui développe sa conscience et son intérêt en chimie « […] Alors, moi je vais le dire le mémoire de mes ressources en attendant ah…donc, y a un livre il s'appelle « le roman des éléments ». Donc, l'histoire de la découverte des éléments avec les techniques de spectroscopie. Donc, dans lequel je vais essayer de trouver des extraits qui permet de…d'illustrer en quoi la spectroscopie était utilisée pour les chimistes pour découvrir les nouveaux éléments etc. […] » (EG, phrase 279, annexe 7.1). En outre, ce livre a permis de construire des nouvelles ressources parce que, selon Jean, il parle de manière intéressante des travaux de Kirchhoff et Bunsen (fondateurs de l'analyse spectrale qui a permis de vérifier l'existence des éléments chimiques et de découvrir des nouveaux éléments chimiques à travers les spectres), de Newton et de la spectroscopie. Ces travaux sont en lien avec le thème spectre-astrophysique. Malgré les contenus physiques et chimiques dans ce livre, Jean le considère comme une ressource de chimie. Sa technique didactique porte sur la prise des parties de ce livre qu'il trouve intéressantes, complétées d'autres ressources via l'Internet : « […] il y avait « le Roman des éléments », donc qui est source de mon livre de chimie, mais dans lequel ça parle de l'histoire de Bunsen et Kirchhoff et puis ça parle un petit peu de… de Newton, de la spectroscopie, du soleil et tout ça […] là. J'ai pris les extraits du Roman des éléments qui m'intéressaient et je suis allé et essayé de chercher sur internet, ben des… des ressources en lien avec les autres euh… » (EAC, annexe 7.3, phrase 2).

Par ailleurs, l'analyse du journal de bord permet aussi de repérer le rôle de cette ressource dans la construction d'une ressource fille orientée (tableau 38 ci-dessous, développé dans l'annexe 9.3).

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
Dimanche 31/03 WE chez parents	Roman des éléments	½ j	Bibliothèque perso	Docs élèves

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Compilation d'extraits	1 pochette (Bunsen &K ; Newton & F)	Individuel	Chez moi

Tableau 38. Extrait 3 du JB

Cet extrait met en évidence que Jean recourt à ce livre dans l'objectif de préparer la ressource fille, ce que Jean appelle des « pochettes » pour faire travailler les élèves. La pochette est une

partie de la ressource fille donnée à un groupe d'élèves. Elle contient un ensemble de feuilles autour d'un thème précis. La ressource fille est constituée de cinq pochettes qui traitent une variété de thèmes en relation avec le spectre et l'astrophysique. La première pochette « raies spectrales Kirchhoff et Bunsen » contient trois feuilles (annexe 8.8) : 2 feuilles sont des extraits tirés du livre « le roman des éléments » concernant l'analyse spectrale et la lumière du soleil ; et une feuille concernant les raies spectrales du site Internet « astronomes.com »[100]. La deuxième pochette « Les débat Newton et Fraunhofer » (annexe 8.7) rassemble des extraits du livre « le roman des éléments » dans deux feuilles en ce qui concerne l'émergence du concept de spectre et des raies et une feuille tirée de site Wikipédia[101] concernant les raies de Fraunhofer. La troisième pochette « Wien Température et couleur » contient cinq feuilles : une feuille est tirée des extraits du site « astronomes.com »[102] concernant le spectre des corps noirs, deux feuilles du site Internet « Robert in space »[103] concernant les couleurs des étoiles, et deux feuilles du Wikipédia concernant les biographies de Wilhelem Wien[104] et de Joseph Stephan[105]. La quatrième pochette « La source d'énergie des étoiles » comporte quatre feuilles et se compose des extraits de plusieurs sites Internet : une feuille du site « astronomes.com »[106] concernant les réactions nucléaire dans les étoiles, une feuille du site « cea.fr »[107] spécifique à l'astrophysique nucléaire, deux feuilles du Wikipédia[108] [109] [110] concernant les biographies de trois savants Karl Siegmund Schwarzschild, Arthur Eddington et Bethe Hans. Enfin, la cinquième pochette « effet Doppler », contient sept feuilles des extraits de plusieurs sites Internet : deux feuilles du site « obs-hp.fr »[111] concernant l'effet Doppler, une feuille contenant la biographie de Christian Doppler et Hippolyte Fizeau du site « linkefanel.net »[112], deux feuilles de site « Robert in Space » concernant l'effet Doppler en relation avec la lumière[113], deux feuilles contenant des images (exemples sur l'effet Doppler : source inconnue). Nous analyserons en profondeur deux pochettes « Les débat newton, Fraunhofer » et « raies spectrales Bunsen et Kirchhoff » dans la section suivante.

[100] http://www.astronomes.com/lhistoire-de-lastronomie/lanalyse-spectrale/

[101] http://fr.wikipedia.org/wiki/Raies_de_Fraunhofer

[102] http://www.astronomes.com/lhistoire-de-lastronomie/lanalyse-spectrale/

[103] http://philippe.boeuf.pagesperso-orange.fr/robert/astronomie/couleursetoiles.htm

[104] http://fr.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Wien

[105] http://fr.wikipedia.org/wiki/Joseph_Stefan

[106] http://www.astronomes.com/le-soleil-et-les-etoiles/reaction-nucleaire/

[107] http://www.cea.fr/jeunes/themes/physique-chimie/l-astrophysique-nucleaire

[108] http://fr.wikipedia.org/wiki/Karl_Schwarzschild

[109] http://fr.wikipedia.org/wiki/Arthur_Eddington

[110] http://fr.wikipedia.org/wiki/Hans_Bethe

[111] http://www.obs-hp.fr/lumiere/histoire_doppler-fizeau.html

[112] http://effetdoppler.linkfanel.net/frameset.html

[113] http://philippe.boeuf.pagesperso-orange.fr/robert/physique/doppler.htm

Revenant à l'extrait du journal de bord (tableau 38), nous observons que Jean a consacré une demi-journée pour extraire des textes de ce livre « le roman des éléments » (afin de construire les deux pochettes « Bunsen et Kirchhoff » et « Newton et Fraunhofer » (voir la partie suivante l'analyse de ces deux pochettes) pour le thème de spectre en « astrophysique » qui se situent sous le domaine de la « physique » (annexe 9.3). Jean situe ce livre dans le domaine de la chimie et souligne que c'est un « super » livre et qu'il veut proposer aux élèves de le lire (annexe 9.3).

Nous considérons que ce livre est donc *une ressource mère structurante mixte entre physique et chimie* car, d'une part il permet à Jean de comprendre les liens entre la spectroscopie et l'histoire des éléments chimiques (thèmes communs entre physique et chimie) et donc de faire évoluer sa conscience disciplinaire en chimie, et d'autre part ce livre permet de construire des nouvelles ressources surtout en ce qui concerne les deux pochettes « Newton et Fraunhofer » et « Kirchhoff et Bunsen ».

En résumé, nous avons ici analysé les ressources mères concernant deux sites Internet « Robert in Space » et « culture sciences physique » et les ressources mères structurantes : le diaporama spectre-astrophysique et le livre « le roman des éléments ». Jean utilise beaucoup de ressources mères (sur papiers, numérique) afin de construire la ressource fille orientée pour l'enseignement de spectre-astrophysique sous la forme d'un « colloque historique ». Sa technique didactique porte essentiellement sur deux ressources mères structurantes :

- le diaporama spectre-astrophysique est une ressource mère structurante physique car il lui permet à la fois de creuser sa conscience et son intérêt en physique à travers le texte d'Auguste Comte (Jean comprend la problématique de spectre-astrophysique) et de construire des notes pour organiser la ressource fille sous thèmes ;
- le livre « le roman des éléments » est une ressource mère structurante mixte physique et chimie qui a permis de développer son affinité « chimie » ; il y a découvert des liens historiques et épistémologiques entre les éléments chimiques et la spectroscopie. Le professeur explique que cette ressource a été essentielle pour développer l'enseignement de spectre-astrophysique car il a donné naissance à une ressource fille (deux pochettes parmi cinq) intégrant des textes sur l'histoire des éléments chimiques et la spectroscopie.

Nous observons, dans ce cas, qu'une *ressource mère structurante* joue un rôle dans le développement de l'affinité disciplinaire car elle a permis de découvrir l'épistémologie et de développer ainsi l'affinité disciplinaire et didactique. Cette ressource a permis de retravailler les connaissances de l'enseignant pour et par le travail documentaire (§ 2.1.3 connaissances ouvragées).

Le processus de conception de la ressource fille et son résultat, description et analyse

Nous présentons ici les interactions de Jean avec Gilles au cours du processus de conception de la ressource fille. Nous exposons ensuite l'analyse de la ressource fille orientée et surtout sa partie en relation avec l'enseignement du spectre.

Interactions de Jean avec Gilles dans la conception de la ressource fille

Nous exposons l'analyse croisée de l'entretien précédant l'observation de classe et la RSIC, l'analyse de l'entretien à chaud, les mails d'échange entre Jean et Gilles et la réunion de Jean avec Gilles et Nicole qui donnent des traces d'interactions plus particulièrement avec Gilles pour construire la ressource fille. Nous présentons ensuite l'analyse du journal de bord concernant le processus de conception en lien avec cette interaction (voir le thème « interactions avec les collègues », « ressource fille orientée », et l'analyse du journal de bord dans la partie § 3.6.3).

A partir de l'analyse de l'entretien précédant l'observation de classe et de la RSIC (§ 5.1.2), nous avons déjà montré que les interactions de Jean avec son collègue de formation plutôt « physique » (Gilles) concernent plus particulièrement la réflexion pour la préparation des séances et le dispositif du travail, ainsi que l'épistémologie de la physique alors que ses interaction avec une autre collègue de formation plutôt « chimie » (Nicole) concernent des ressources de site Internet et l'évaluation des élèves mais ne concernent pas un contenu précis, et, en tout cas, n'ont pas de conséquences fortes sur le travail documentaire de Jean « ça dépend de…parce que Nicole… Nicole développe pas mal d'outils différents et elle butine énormément, elle va chercher des trucs nouveaux donc elle est source au moins de nouvelles idées… après on se retrouve pas forcément… on n'est pas toujours sur le même environnement sur qu'est-ce qu'on veut faire concrètement en classe…» (EPOC, annexe 7.2, phrase 16).

Jean sollicite des échanges avec Gilles pour la conception d'une ressource fille pour l'enseignement du spectre-astrophysique : Gilles présentait, dans un stage de formation pluridisciplinaire avec le groupe de GFEN dans son lycée, une séquence qu'il a élaborée sur l'histoire des sciences pour le thème de l'atome en classe de seconde en utilisant le dispositif « le colloque historique ». Ceci permettait à Jean de saisir les éléments de ce dispositif du travail et de bien réfléchir pour le mettre en œuvre dans l'enseignement du spectre-astrophysique « […] dans ce stage Gilles a fait vivre la séquence qu'il avait élaborée sur l'histoire des atomes où il avait justement utilisé cette dispositif de colloque historique…et voilà ça m'a donné l'occasion de comprendre un peu mieux les enjeux de ce type de séquence…ah, je pense que ça va m'aider à réfléchir à ce que j'ai envie de faire la semaine prochaine » (EPOC, annexe 7.2, phrase 80). Donc, les interactions de Jean avec Gilles sont très importantes pour la conception de l'enseignement du spectre-astrophysique. Nous avons repéré plus particulièrement deux interactions entre Jean et Gilles pendant la conception de la ressource fille.

Une première interaction entre Jean et Gilles a été repérée dans les échanges par mails (voir annexe 8.4) dans l'objectif de comprendre le dispositif d'enseignement « colloque historique ». Gilles propose à Jean des tâches et techniques didactiques pour préparer la ressource fille selon « l'approche historico-épistémologique » (voir annexe 8.4), la mise en œuvre de cette ressource, et le travail des élèves qui est en relation avec la démarche auto-socio-constructiviste préconisée par le GFEN (chaque groupe en charge une période avec un dossier : il doit trouver une date, un questionnement, une idée, et fait une présentation).

Une deuxième interaction entre Jean et Gilles a lieu dans une réunion avec Nicole (voir le CR de cette réunion dans l'annexe 8.5). Dans cette réunion, les interactions essentielles étaient

entre Jean et Gilles. En effet, l'objectif de cette réunion était de discuter la façon dont Gilles a enseigné le thème de l'atome en classe de seconde ainsi que la première version de la ressource fille « pochettes » pour l'enseignement de spectre-astrophysique, proposée par Jean. Pour Gilles les pochettes sont découpées historiquement. Chacune d'entre elles contient une date, un savant, une idée, un questionnement. En revanche, Jean conçoit des pochettes qui traitent plusieurs sujets en spectre-astrophysique avec des nouvelles adaptations. Dans une telle pochette, il existe beaucoup de contenus : « […] Alors, lui (Gilles), il m'a dit : « Mais t'es sûr qu'il ne faudrait pas refaire un truc beaucoup plus historique où chaque… puisque lui, dans son… il a utilisé ça sur euh… pour l'atome où il avait vraiment un truc sur euh… *une pochette égale à une personne, une date, une découverte***,** chacun et il me disait : « C'était plus facile pour les élèves » alors que moi je leur faisais des pochettes qui… qui avait l'air un peu compliquées, avec beaucoup de choses » (EAC, annexe 7.3, phrase 10).

Dans le CR, Jean précise que Nicole de formation plutôt « chimie » prend des notes pendant la réunion de travail concernant la préparation des pochettes pour pouvoir s'en inspirer dans son enseignement. Ces interactions entre Jean et Gilles permettent de bien saisir le découpage de l'enseignement du spectre-astrophysique en sous thèmes pour le « colloque historique » ainsi que de modifier la version de la ressource fille. Donc, les interactions entre Jean et Gilles de formation plutôt « physique » par mails et pendant la réunion sont très fortes pour la préparation et la mise en œuvre des séances spectre-astrophysique.

Nous présentons maintenant l'analyse d'une partie du journal de bord de Jean qui est en relation avec les interactions avec Gilles. A travers l'extrait du journal de bord (tableau 39 au-dessous, développé dans l'annexe 9.4), nous découvrons que les échanges de Jean avec Gilles par mél ont permet de construire un premier « *canevas* » de séquence (§ 5.1.1).

	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
Février 2013 quelques jours après mél de Gilles	Physique	15'	Réflexion à mon bureau	En Physique…1er jet canevas séquence

Tableau 39. Extrait 4 du JB

Selon Jean, cela permet de préparer son enseignement, de souligner les premières idées et de les faire évoluer.

Les interactions de Jean avec Gilles permettent de retravailler la ressource fille. En effet, Jean précise dans le journal de bord qu'il a fait *des notes de brouillon* (annexe 8.6) grâce à la réunion dans laquelle Jean a expliqué les différents thèmes de la ressource fille orientée avec l'introduction et la fin de cette séquence d'enseignement. Le brouillon de notes après la réunion (annexe 8.6) nous montre que Jean prend en compte les remarques de Gilles. En effet, Jean précise qu'il veut introduire la séquence *de l'astrophysique par un texte historique*

« Antiquité ; Galilée ; *Comte* » (annexe 8.6). Les thèmes de pochettes sont ainsi précisés : « Fraunhofer, Bunsen et Kirchhoff, effet Doppler-Fizen, la loi de Wien, l'astrophysique aujourd'hui ». Nous repérons que Jean rajoute à la conception de la ressource fille des nouveaux thèmes comme la loi de Wien et l'astrophysique aujourd'hui. Il semble que la réunion de Jean avec Gilles ne permet pas juste de clarifier « le colloque historique », mais de réfléchir sur d'autres thèmes auxquels Jean n'a pas déjà pensé comme l'introduction de ses séances par un texte historique.

Nous analysons plus profondément dans la partie suivante la structure d'une partie de la ressource fille orientée concernant deux pochettes « Bunsen et Kirchhoff » et « Newton et Fraunhofer ».

Résultat d'une interaction entre l'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean et les ressources

Jean a construit cinq pochettes que nous considérons la ressource fille orientée.

Nous analysons dans cette partie l'expression de l'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean dans la structure de la ressource fille orientée physique et qui est en lien avec l'enseignement du spectre, c'est-à-dire dans deux pochettes : « raies spectrales Bunsen et Kirchhoff » et « les débats Newton, Fraunhofer ». Notre choix s'appuie sur l'analyse du programme (BO seconde, 2010) où il y a deux types de tâches essentiels : obtenir un spectre ; comparer entre le spectre d'émission de raies (des éléments chimiques) et le spectre de raies d'absorption (soleil par exemple). A travers ces ressources, nous analysons les éléments de la praxéologie disciplinaire et didactique (voir la méthodologie d'analyse de la ressource fille orientée dans la partie § 3.6.3). A travers l'analyse du journal de bord, nous mettons en évidence l'orientation de l'affinité « physique » dans ces ressources.

Analyse « Pochette : Les débats Newton, Fraunhofer »

Nous présentons ici la structure de contenus d'une partie de la ressource fille orientée « Les débats Newton, Fraunhofer » ainsi que les liens entre eux, et nous montrons en quoi l'ensemble est piloté par l'affinité didactique et disciplinaire « physique » de Jean. En outre, nous analysons au fur et à mesure des éléments de la praxéologique disciplinaire ou didactique [tâches, techniques, technologies, théories].

La pochette présente des travaux de Newton et de Fraunhofer concernant le spectre et les raies spectrales. Elle contient trois feuilles (annexe 8.7).

Jean organise dans la première feuille des extraits concernant l'expérience de Newton (§ 3.4.2) qui sont tirés du livre « le roman des éléments ». Il semble que Jean introduit ces extraits pour susciter la réflexion des élèves sur l'obtention du spectre à travers la dispersion de la lumière car ils décrivent l'expérience de Newton sur la dispersion des rayons de soleil. Cela sollicite les élèves pour réfléchir à la technique d'obtention d'un spectre (ostensif). Nous observons que Jean met un extrait contenant les réflexions de Newton pour expliquer ce phénomène, ici, le concept du spectre (non-ostensif) : *Newton trouve que la lumière du soleil contient plusieurs couleurs et qu'elle nous semble blanche parce que nos yeux ne peuvent pas les distinguer*.

Dans la deuxième feuille, pour étudier les raies de Fraunhofer, Jean recourt à des extraits du livre « le roman des éléments » et il les met sur une feuille intitulée « les raies de Fraunhofer ». Fraunhofer améliorait la technique expérimentale de Newton : une fente très étroite dans une fenêtre ou dans une porte au lieu de trou, la lampe dehors directement en face de l'ouverture, une lunette astronomique derrière le prisme pour disperser fortement la lumière. Les sources lumineuses sont (lampe à huile, lampe à alcool, une chandelle). A chaque fois, le regard de la lunette permet d'observer deux raies jaunes brillantes. Après, il cherche ces raies jaunes dans le spectre du soleil, il ne les trouve pas, mais observe des bandes colorées hachées par des raies sombres. Il trouve alors que la place de deux raies noires correspond à deux raies jaunes marquées avant en utilisant les sources (lampe à huile, lampe à alcool), c'est-à-dire que les deux raies obtenues en utilisant des sources de la lumière artificielle sont justement celles qui manquent dans le spectre de la lumière du soleil. Ici, le problème rencontré par Fraunhofer est : il ne connaît pas la raison de la présence des raies noires et brillantes. Les objets dans cette partie sont des ostensifs parce qu'ils sont sous forme matérielle, ici, les travaux de Fraunhofer. Le non ostensif correspond aux notions de raies sombres.

Jean organise sur la troisième feuille les extraits de « Wikipédia » concernant les raies de Fraunhofer. Cette feuille contient l'histoire de la découverte des raies dans le spectre du soleil par le chimiste anglais Wollaston en 1802. Ensuite, le physicien allemand Fraunhofer étudie profondément le spectre solaire pour mesurer les longueurs d'onde de ces raies. Il trouve plus de 500 raies qu'il étiquette de A à K. Puis, Kirchhoff (physicien) et Bunsen (chimiste) découvrent l'analyse spectrale.

Ces extraits dans les trois feuilles apparaissent liés épistémologiquement et historiquement : découverte du spectre solaire par Newton ; découverte des raies dans le spectre solaire (Fraunhofer) ; découverte de l'analyse spectrale (Bunsen et Kirchoff). Cette partie de la ressource fille orientée est un révélateur de la conscience disciplinaire de Jean et de son affinité didactique « physique ».

Analyse « Pochette : Raies spectrales Bunsen et Kirchhoff »

Nous présentons ici la structure d'une partie de la ressource fille orientée « raies spectrale Bunsen et Kirchhoff » ainsi que les liens entre eux, l'ensemble apparaissant piloté par l'affinité didactique et disciplinaire « physique » de Jean. La pochette présente l'émergence de l'analyse spectrale par Kirchhoff et Bunsen (§ 3.4.2) (voir annexe 8.8). Elle contient trois feuilles.

La première et deuxième feuille de la pochette contiennent des extraits de l'ouvrage « le roman des éléments ». La première feuille contient des extraits qui évoquent le problème des raies du spectre solaire (non-ostensif) et montrent que les travaux du physicien (Kirchhoff) et du chimiste (Bunsen) se complètent car les deux savants travaillent ensemble : chacun a un rôle et une tâche précise. Dans la deuxième feuille, les extraits décrivent historiquement la technique expérimentale « analyse spectrale » utilisant le spectroscope où on voit des raies (ostensif) qui permet de mettre en évidence des éléments chimiques (non-ostensif) et de les justifier à travers des raies dans les spectres d'émission ou d'absorption.

La troisième feuille contient des extraits du site « astronomies.com » que l'enseignant imprime sous le titre « Les raies spectrales ». Les concepts abordés sont les suivants (non-ostensif) : raies ou lignes, longueur d'onde, spectre contenu, raies d'émission, raies d'absorption, gaz chaud, gaz froid, composition chimique, spectre d'un gaz inconnu. Cela permet aux élèves de faire des liens entre le problème posé et les raies dans les spectres. L'existence des raies dans les spectres (ostensifs) correspond à l'existence des éléments chimiques (non-ostensif). Cela permet le développement d'une technologie justifiant l'existence des raies dans les spectres. Cette ressource présente des phénomènes physiques concernant :

- la découverte de raies spectrales ou petites lignes obscures dans le spectre solaire (travaux de Fraunhofer) (ostensif) : ces raies ou lignes correspondent à une longueur d'onde qui n'est pas connue à l'époque ;

- des travaux de Bunsen et Kirchhoff concernant le lien entre les raies d'émission ou d'absorbance et les éléments chimiques. Après, il y a trois images qui concernent les spectres selon trois sources : contenu, émission, absorption (ostensif graphique) ;

- finalement, cette ressource présente rapidement le travail de Bunsen et Kirchhoff concernant l'analyse spectrale (ostensif) pour déterminer les éléments chimiques qui existent dans un spectre de gaz inconnu et cela permet donc de préciser les éléments chimiques d'un « corps à distance ».

Cette pochette traite la question de l'analyse spectrale développée par Kirchhoff et Bunsen (§ 3.4.2) et de la difficulté d'obtenir des raies dans le spectre solaire et l'histoire de la découverte d'une nouvelle technique « […] Je vais avoir des documents tirés du Roman des éléments qui vont raconter les découvertes et ce document-là (astronomes.com) va repréciser le principe de la *physique* pour que les élèves arrivent à bien comprendre de quoi il s'agit. Voilà » (EAC, annexe 7.3, phrase 34). A travers cette citation, nous repérons l'expression de l'affinité didactique « physique » et surtout le caractère complémentaire des approches en physique et chimie.

<u>Compétence physique à acquérir à travers ces deux pochettes</u>

Nous présentons ici l'analyse d'une partie du journal de bord de Jean concernant ces deux pochettes « Bunsen et Kirchhoff » et « Les débats Newton et Fraunhofer ». Cette analyse est mise en relation avec celle qui vient de la précéder dans le but de parvenir à retracer, le plus possible, l'usage prévu pour ces pochettes.

Nous repérons de l'extrait du journal de bord (tableau 40 au-dessous, développé dans l'annexe 9.5) que la destination finale de ces pochettes de contenu « physique » est la mise en œuvre en classe avec les élèves pour que les élèves puissent avoir des compétences en « physique ».

Type d'activité menée avec la ressource	Quel thème/sous-thème (nouveau programme)	Quel contenu (Physique/Chimie)	Quelle compétence (Physique/Chimie/Thèmes)	Lieu de l'activité (Physique/Chimie/Thèmes)	Autres protagonistes	Commentaires

Mise en œuvre en classe	spectro	Physique	Physique	Physique		

Tableau 40. Extrait de JB

Il semble que l'affinité didactique « physique » de Jean s'exprime dans ces pochettes visant l'acquisition de compétences en « physique ». Il y a certes des éléments de la chimie dans ces pochettes, mais nous n'avons pas repéré dans le journal de bord que l'enseignant vise l'acquisition de compétences en « chimie ».

La mise en œuvre de la ressource fille (description et analyse)

Nous présentions d'abord l'effet mutuel de l'affinité de Jean et de la mise en œuvre de la ressource fille orientée. Nous analysons ensuite l'effet mutuel de l'affinité et des interactions avec ses élèves. Nous présentons sous chaque effet les techniques didactiques repérées dans l'activité de Jean. Quand c'est possible, nous présentons le discours *technologico-théorique* qui justifie l'utilisation de telle ou telle technique didactique.

Pour mener cette analyse, nous exploitons l'analyse de la ressource fille orientée (voir partie précédente), les observations de classe, l'entretien général, l'entretien précédant l'observation de classe, l'entretien auto-confrontation et la représentation schématique de la praxéologie didactique qu'il a réalisé au cours de cet entretien. Nous essayons de confronter ces moments en croisant le discours de Jean, sa représentation schématique et ce que nous donne à voir la visite guidée de ses ressources.

Effet de l'affinité sur la mise en œuvre de la ressource fille orientée

L'analyse de l'activité de Jean nous a amené à penser que son affinité didactique et disciplinaire forte en physique a des impacts sur la capacité à mettre en œuvre une situation complexe, sur ses rapports aux élèves et à leurs difficultés, sur sa capacité à aborder des formes de la conscience disciplinaire pour la discipline majeure (voir la méthodologie d'analyse des séances dans la partie § 3.6.3).

Capacité à mettre en œuvre une situation complexe

Nous présentons ici l'impact de l'affinité de Jean sur la mise en œuvre des situations-problèmes introduisant l'enseignement du spectre-astrophysique.

Nous présentons d'abord une définition de situation-problème. Pour définir ce concept, Astolfi *et al.* (1997, p. 144-145) décrivent dix caractères, dont nous reproduisons les quatre premiers qui nous semblent essentiels :

> 1. Une situation-problème est organisée autour du franchissement d'un obstacle par la classe, obstacle préalablement bien identifié.
> 2. L'étude s'organise autour d'une situation à caractère concret, qui permette effectivement à l'élève de formuler hypothèses et conjectures […].
> 3. Les élèves perçoivent la situation qui leur est proposée comme une véritable énigme à résoudre, dans laquelle ils sont en mesure de s'investir. C'est la condition pour que fonctionne la dévolution : le problème, bien qu'initialement proposé par le maître devient alors « leur affaire ».
> 4. Les élèves ne disposent pas, au départ, des moyens de la solution recherchée, en raison de l'existence de l'obstacle qu'il doit franchir pour y parvenir. C'est le besoin de résoudre qui conduit

> l'élève à élaborer ou à s'approprier collectivement les instruments intellectuels, qui seront nécessaires à la construction d'une solution. […].

La situation-problème semble une technique didactique pour l'apprentissage des élèves dans une perspective constructiviste. Jean se situe bien dans ce cadre-là comme le montre l'analyse que nous allons faire maintenant.

A travers l'analyse de la première (la transcription de la séance 1 se trouve dans l'annexe 7.5) et de deuxième séance de spectre-astrophysique, nous avons repéré une technique didactique : Jean ne pose pas un type de tâche ou une tâche disciplinaire (physique-chimie). En effet, il introduit sa séance en distribuant aux élèves un extrait du texte concernant un philosophe positiviste, Auguste Comte (annexe 8.9) provenant du diaporama spectre-astrophysique. L'analyse praxéologique (§ 2.2.2) de ce texte nous permet de poser une question : *comment peut-on étudier la composition des astres (étoiles) ?* Ce texte introduit un problème concernant les connaissances sur les propriétés des étoiles à l'époque. Nous avons repéré qu'il n'y a aucun moyen (technique expérimentale) à l'époque d'Auguste Comte qui permette d'analyser, par exemple, la structure des astres. Le discours tiré de ce texte est « *nous ne saurions jamais étudier, par aucun moyen, leur composition chimique ou leur structure minéralogique, et, à plus forte raison, la nature des corps organisés qui vivent à leur surface, etc.* » (annexe 8.9).

A travers l'analyse de la Représentation Schématique de la Praxéologie Didactique (RSPD) (figure 27), nous observons que la RSPD de Jean contient six termes en noir (techniques didactiques) (voir la méthodologie d'analyse de la RSPD dans la partie § 3.6.3) qui concernent l'enseignement de la physique *et* de la chimie : *animateur de base, comprendre ce qui se passe, observation et analyse du travail des élèves, étayage, animation, réflexion sur la séquence*.

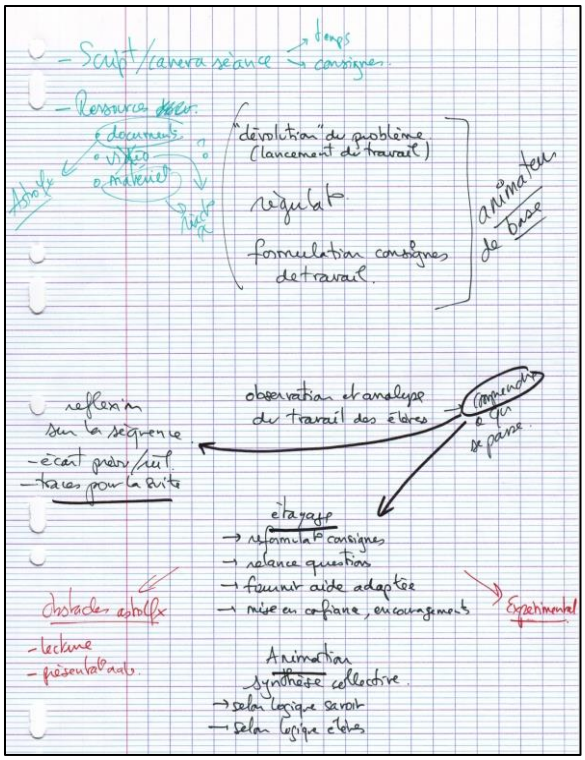


Figure 27 : RSPD de Jean originale

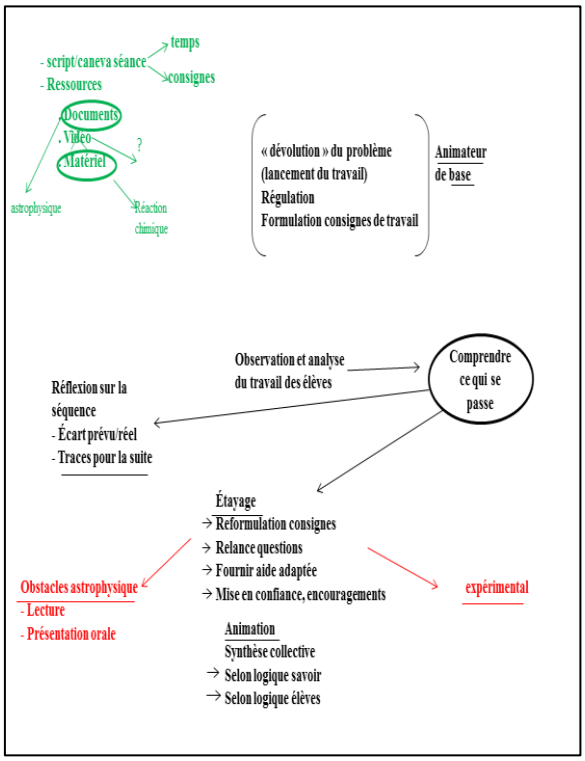


Figure 27* : RSPD mise en forme par l'auteur

Nous nous concentrons ici sur l'analyse de la technique didactique (§ 2.2.3) : Jean a le rôle d'« animateur de base ». Cette technique didactique contient plusieurs parties qui sont repérées en haut et milieu de la RSPD : *dévolution du problème (lancement du travail)*, *régulation*, *formulation des consignes*. Pour montrer l'importance de cette technique didactique, l'enseignant met ces termes entre parenthèses. C'est dans ce sens que nous considérons le texte d'Auguste Comte comme entrée pour la situation-problème parce que l'enseignant lance une discussion avec ses élèves sur l'idée et le problème dans ce texte :

> C'est typiquement le cas des situations-problèmes, à la fois plus larges et mieux calibrées : - plus large parce qu'elles prennent comme point de départ un problème complexe à analyser puis résoudre, et qu'elles s'organisent autour de la pratique du « débat scientifique » dans la classe ; - mieux calibrées parce qu'elles sont, de surcroît, construites autour d'un obstacle à l'apprentissage, qui a été identifié et qu'il s'agira de franchir » (Astolfi et al, 1997, p. 134).

La mise en œuvre de la situation-problème par Jean est en relation la démarche auto-socio-constructiviste qui est préconisée par le GFEN.

A travers cette étude de cas, il nous semble que l'affinité didactique et disciplinaire « physique » de Jean l'autorise à utiliser des ressources qui posent deux problèmes : problème historique d'un côté, car, à l'époque d'Auguste Comte, il n'y avait aucun moyen possible pour connaître la composition des étoiles ; problème épistémologique de l'autre côté, pour savoir (après un siècle par exemple) ce qui se passe entre l'époque d'Auguste Comte et la période actuelle. C'est-à-dire qu'il faut étudier l'évolution épistémologique du savoir entre deux moments. La tâche que l'enseignant donne aux élèves est : trouver une idée dans le texte d'Auguste Comte et préciser le problème qui se pose.

Rapports aux élèves

Nous analysons d'abord l'impact de l'affinité de Jean sur sa représentation de la conscience disciplinaire chez les élèves et de leurs difficultés (§ 2.1.2). Nous nous attachons ensuite à analyser le niveau de difficultés des tâches données aux élèves.

Nous avons repéré dans la RSPD (figure 27) que l'enseignant choisit des termes (§ 3.6.3) pour distinguer l'enseignement de la physique de celui de la chimie. Il ajoute le terme *expérimental* en rouge à droite de la RSPD pour désigner les difficultés de ses élèves dans l'enseignement de la chimie alors qu'il écrit « obstacle astro : lecture et présentation orale » pour désigner les difficultés de ses élèves dans l'enseignement de spectre-astrophysique. Malgré cela, il note que ses élèves aiment la chimie car, selon lui, c'est de la cuisine pour eux « […] Notamment par, c'est un exemple…souvent y a de fois des élèves qui aiment bien en chimie ils font la cuisine, c'est joli, c'est, pasta […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 207). Mais il note que les élèves ne posent pas de questions sur les manipulations qu'ils ont faites. Ce qui entraîne un retour réflexif du professeur vers l'objectif de l'enseignement de la chimie : « […] c'est quoi l'enjeu de travail ha c'est de faire des expériences certes, mais d'essayer de réfléchir à partir de cette expérience ah de conceptualiser à partir de cette expérience et autant sur astrophysique une des faiblesses récurrentes des élèves ça va être le rapport au texte à l'écrit autant là sur la partie transformation chimique une des faiblisses des élèves ça va être que spontanément ils ne cherchent pas à conceptualiser un travail expérimental voilà […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 207).

Il est possible que l'enseignant n'active pas la technologie disciplinaire chimique mettant en évidence la raison d'une technique (§ 2.2.2). Comme il a une affinité disciplinaire « physique », il semble davantage susceptible d'activer la technologie en physique, mais pas en chimie (§ 2.1.2).

Par ailleurs, nous avons repéré que l'affinité didactique forte en physique influence les tâches proposées aux élèves par Jean et a un impact sur la compétence à repérer la difficulté d'une tâche (§ 2.2.3). A travers l'analyse des séances 4 et 5 (la transcription de la séance 4 et 5 se trouve dans les annexes, 7.7 & 7.8), la technique didactique repérée (tableau 41), c'est demander aux élèves d'expliquer le phénomène et pas seulement de le connaître, Jean articule les phénomènes et les modèles. En effet, Si un bon élève explique ce qu'il a compris dans sa pochette, Jean demande aux autres élèves de s'impliquer dans la discussion et donc il essaie de créer une interaction avec les autres élèves. Pour cela, Jean demande aux élèves silencieux de préciser ce que Kirchhoff et Bunsen ont découvert. C'est-à-dire qu'il active le discours technologique (§ 2.2.2) qui justifie la raison d'avoir des raies noires dans le spectre du soleil.

P	*(le prof se dirige vers le G3 de 3 élèves garçons)* Alors, comment ça se passe ?
E1 de G3	Ben en fait, on prépare ce qu'on va dire en fait, on sait l'idée principale, déjà on sait que c'est Kirchhoff et Bunsen qui ont découvert comment, en fait, à partir du spectre d'une raie noire que l'atmosphère, elle bloquait, enfin elle empêchait une partie du spectre du soleil en fait, qu'on reçoive le spectre du soleil entièrement. Il y a des composants, enfin on observe des raies sombres, c'est ce qu'il avait observé avant, en fait les raies de Fraunhofer, et en fait, on a découvert que quand ils observaient par exemple le spectre par exemple, comment s'appelle, par exemple l'hélium…

P	Alors, non, le sodium.
E1 de G3	Le sodium, et qu'il reproduisait sur le spectre du soleil, ça complétait en fait son spectre, et ça coïncidait parfaitement avec le spectre du soleil, et avec ça, ils ont pu dire que le soleil était composé de sodium, de cuivre, et de plein de trucs.
P	*(le prof parle aux autres élèves de G3)* C'est quelque chose que vous avez, vous êtes tous au clair là-dessus ?
E2 de G3	Ouais.
P	Nacer (E3 de G3) ?
E3 de G3	Ouais.
P	Vous êtes tous capables de l'expliquer ? Alors, on va… C'est très bien ce que tu m'as raconté, on reprend, Fraunhofer sait qu'il y a des raies sombres dans le soleil, on ne sait pas ce que c'est, qu'est-ce que Kirchhoff découvre ? Nacer (E3 de G3) ?

Tableau 41. Une partie de l'extrait de la transcription de la séance 5 (deuxième-demi groupe) concerne la discussion de Jean à groupe 3 (de 00 :24:20 - 00 :30:26)

Par ailleurs, quand le sujet de la pochette est difficile, Jean encourage le groupe d'élèves à présenter son exposée devant la classe et de mettre en commun pour les questions (tableau 42).

P : (le prof se dirige vers le groupe 2 : effet Doppler*)* Juste, je vous dis, vous avez eu le sujet le plus difficile, d'accord, donc c'est normal que vous rencontriez des difficultés, donc ne soyez pas découragés. Ce qu'on va faire, c'est que vous allez essayer de présenter de votre mieux, et puis après, on vous posera des questions pour essayer de mieux comprendre, d'accord ? […]

Tableau 42. Extrait de la transcription de la séance 4 (premier-demi groupe) concerne la discussion de Jean à groupe 2 (de 00 :47:49 - 00 :48 :50)

Pour aider les élèves dans leur présentation devant la classe, il donne à ce groupe d'élèves un transparent (voir le mèl de Gilles : annexe 8.4). C'est une feuille qui se trouve dans leur pochette. Les élèves le mettent sur le rétroprojecteur ce qui permet, selon Jean, d'aider les élèves à bien présenter la place de source de son ou de lumière.

A travers l'Entretien Auto-Confrontation (E Auto-C), nous avons repéré que l'enseignant vise l'apprentissage des élèves pour construire leurs connaissances eux-mêmes à travers des tâches et des sujets difficiles : « Ben parce que, si c'est des choses faciles, ils n'auront pas d'efforts à faire et donc ils n'apprennent pas grand-chose. Si c'est quelque chose de difficile, ben ils sont obligés de euh… de se dépasser, de travailler, de chercher… Alors après, à des degrés divers… Après, la question : c'est de l'adaptation de la difficulté, il faut qu'elle soit suffisante, mais pas trop élevée par rapport à où en sont les élèves, c'est peut-être ça qui est un peu du… mais voilà, après je euh… c'est un sujet difficile, oui, mais c'est normal. Je ne sais pas » (E Auto-C, annexe 7.4, phrase 23). Pour le sujet de l'effet Doppler, l'affinité « physique » de Jean semble viser l'articulation avec les autres sujets de la ressource fille orientée (§ 2.3.3) pour montrer la cohérence scientifique des connaissances. Selon Jean, cela permet aussi de prendre une vision qui prépare la classe de terminale S pour les étudiants qui suivront la filière scientifique.

Capacité de l'enseignant à aborder des formes de la conscience disciplinaire pour la discipline pour laquelle il a une affinité

Nous analysons ici l'impact de l'affinité de Jean sur sa capacité à mettre en place des éléments de l'épistémologie de la physique, sur la capacité de faire des liens entre les savoirs, sur l'aptitude à vulgariser certains savoirs.

L'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean s'exprime clairement à travers le texte d'Auguste Comte : à travers l'analyse des séances, nous avons repéré que l'enseignant sollicite la réflexion des élèves sur la distinction épistémique entre le savoir à l'époque d'Auguste Comte « nous ne saurions jamais sur les étoiles » et celui-ci maintenant « nous savons la composition des étoiles par exemple » et cherche à développer les compétences des élèves à exploiter scientifiquement un texte d'histoire des sciences. Cet enseignant considère que l'enseignement de la physique est beaucoup plus riche du point de vue conceptuel et épistémologique que celui de la chimie (§ 5.1.1). Jean pose des questions difficiles du type « Quel questionnement ? Quelle problématique ? » pour repérer l'évolution des savoirs scientifiques par rapport au thème du spectre-astrophysique, dans une perspective épistémologique.

Pour étudier l'évolution épistémologique du thème spectre-astrophysique, Jean distribue une pochette, c'est-à-dire une partie de la ressource fille orientée, à chaque groupe d'élèves dans la séance 3 (classe entière) où il y avait sept groupes d'élèves. Les pochettes distribuées aux élèves sont : « les débat Newton et Fraunhofer ; raies spectrales Bunsen et Kirchhoff ; l'effet Doppler ; la source d'énergie des étoiles ; Wien Températures et couleurs ». L'enseignant reprécise l'enjeu de découpage du travail en plusieurs périodes : pour savoir ce qui se passe entre la période d'Auguste Comte et la période actuelle.

La technique didactique concerne ici le lancement du travail de recherche de chaque groupe d'élèves à travers une partie de la ressource fille orientée. Il s'agit d'abord de s'approprier les textes de leur pochette : chaque groupe d'élèves travaille sur une période, un ou plusieurs savant(s), un ou plusieurs moment(s) clé(s). Au niveau pédagogique, Jean demande à chaque élève dans chaque groupe d'élèves, pendant la première étape de leur travail, d'avoir un cahier ouvert et un stylo pour que chaque élève note ses propres idées. Il rappelle le temps restant pour la lecture et demande toujours du silence pour que chacun puisse se concentrer dans le travail de lecture.

A travers l'analyse de l'entretien à chaud, nous avons repéré que l'objectif de ce travail est de mettre les élèves dans l'activité de recherche pour construire leurs connaissances par eux même. En effet, Jean demande aux élèves des tâches complexes. Il vise à ce que les élèves arrivent à construire une problématique, à formuler des questionnements sur les informations des étoiles en s'appuyant sur l'ensemble de la ressource fille orientée. Pour lui, cela permet de comprendre le fonctionnement de la physique à travers l'étude du spectre-astrophysique « Ah…moi clairement les élèves s'intéressent…se questionnement, cherchent, ils prennent plaisir et arrivent à construire quelques… quelques représentation clés sur comment fonctionne la physique et comment… comment l'étude de la lumière et la spectroscopie permet de…de comprendre le fonctionnement des étoiles… […] » (EPOC, annexe 7.2, phrase 133). A travers cette étude de cas, il semble que l'affinité de Jean a un impact aussi sur la représentation de l'intérêt des élèves pour la discipline majeure.

Son affinité didactique et disciplinaire très forte en physique lui permet de justifier ses pratiques en s'appuyant sur des éléments de sa conscience « physique » (l'épistémologie de la physique).

Par ailleurs, nous avons repéré que Jean veille à faire des liens entre les savoirs scientifiques. A travers l'analyse des séances, nous avons repéré des techniques didactique de Jean (tableau 43) : il recourt aux ressources déjà données aux élèves dans l'enseignement du spectre en demandant le porte-vues (§ 5.1.1) de la lumière pour faire des liens entre la pochette « Analyse spectrale : Kirchhoff et Bunsen » et les cours sur le spectre. Cela permet de rappeler une partie de la praxéologie disciplinaire. Jean souligne rapidement ce que les élèves ont déjà appris : la vapeur de sodium, de mercure, cela permet d'avoir des spectres des raies brillantes. Il précise ensuite que, dans la pochette, il y a le spectre du soleil qui contient des raies noires qui a la même position des raies brillantes dans les spectres de sodium et de mercure. Mais cela pose un problème pour en dévoiler la raison.

P	Vite fait ! Vous avez votre cours, les portes-vues sur la lumière que je vous avais demandé de ranger ? Si je l'avais demandé, c'est parce qu'on en a besoin ! Voilà, ce n'est pas pour rien ! Ah, vous voyez, on n'a pas les outils de travail… *(le prof se dirige vers le groupe 2 et demande à un élève son porte-vues)* Magid, excuse-moi, je peux t'emprunter ça, tu as tes trucs sur la lumière ou pas dedans ?
E1 de G2	Au début-là.
E2 de G2	Monsieur, c'est quoi les lunettes astronomiques ?
P	C'est des télescopes. *(le prof revient au G2)* Vous vous rappelez de ça ? Vous vous rappelez qu'on avait dit *(le prof lit de porte-vues)* : si j'ai de la vapeur de sodium, de la vapeur de mercure, de la vapeur d'hélium, on a des spectres de raies, avec des raies brillantes différents à chaque fois ? Ça, les scientifiques le savaient. Par ailleurs, ils ont remarqué que dans le spectre du soleil, il y avait plein de raies noires, et on avait constaté, bizarre, que certaines raies, en position, correspondaient, mais on ne savait pas pourquoi. Alors, qu'est-ce que Bunsen et Kirchhoff, eux, ils ont compris pourquoi, et qu'est-ce qu'ils ont compris, qu'est-ce qu'ils ont fait pour comprendre ?
E1 de G3	Ils ont en fait placé ces raies, on ne va pas dire qu'ils les ont placées parce que… Mais en fait, quand ils ont en fait comparé la position des raies par rapport aux rais sombres du soleil, ils ont vu que ça correspondait.
P	Ils ont vu que ça correspondait, ils se sont dits : « il y a un truc », mais pourquoi ça correspond ?
E1 de G3	Là, par contre, c'est ça que…

Tableau 43. Une partie de l'extrait de la transcription de la séance 5 (deuxième-demi groupe) concerne la discussion de Jean avec le groupe 3 (de 00 :24:20 - 00 :30:26)

Quand le sujet de la ressource fille orientée est difficile, Jean laisse les élèves expliquer ce qu'ils ont compris dans la pochette et explique ensuite complétement le sujet « effet Doppler » : il se concentre sur le lien entre le son et la lumière « les deux sont des ondes » et la différence entre les deux par rapport à la place de « source de son proche ou loin : avoir un son grave ou aigu » et « source de la lumière proche ou loin : graduation de couleurs entre

rouge et bleu ». Son affinité didactique et disciplinaire très forte en physique lui permet de souligner les liens entre les savoirs scientifiques.

De plus, l'analyse praxéologique du programme de seconde (§ 3.4.3) nous permet de remarquer que Jean n'utilise pas seulement les concepts préconisés mais il utilise aussi des mots qui sont peut-être proches de la compréhension de ses élèves. Il dit par exemple « le spectre de toutes les couleurs » au lieu de dire « le spectre continu », « le spectre avec des raies brillantes » au lieu de dire « le spectre d'émission », « le spectre de raies noires » au lieu de dire « le spectre d'absorption ». Nous avons repéré à travers cet extrait (tableau 43) que Jean n'indique pas qu'il y a un instrument (le spectroscope) qui permet de décomposer la lumière (technique ostensif), sinon on n'obtient pas ni spectre de tous les couleurs ni spectre de raies noires ni spectre de raies brillantes mais il s'appuie sur les non-ostensifs (concepts : spectre, raies noirs et brillants).

Son affinité disciplinaire et didactique forte en physique semble lui permettre de trouver les adaptations nécessaires de langage pour faciliter la compréhension des élèves, leur rendre les savoirs accessibles.

Impact de l'affinité de Jean sur ses interactions avec ses élèves

Nous analysons dans cette partie des impacts de l'affinité de Jean sur ses interactions avec ses élèves. L'analyse de son activité nous permet de distinguer plusieurs impacts : le topos des élèves (§ 2.2.3), sur la place donnée au débat, sur le savoir enseigné pour le tirer vers la physique, sur son intervention lorsque le sujet est difficile (voir la méthodologie d'analyse des séances dans la partie § 3.6.3).

Le topos des élèves (qu'il pourra gérer car il a une bonne conscience disciplinaire)

A travers l'analyse des séances, nous avons repéré que la technique didactique concerne l'implication des élèves de chaque groupe dans la recherche collective. En effet, Jean encourage les élèves de chaque groupe, après avoir lu les feuilles de la pochette et pris des notes, à discuter ensemble leurs idées tirées de la ressource donnée et leurs interrogations. Le topos des élèves est dominant dans cette phase de travail, car les élèves sont autonomes en face du savoir. Dès le début de la lecture (soit la lecture de l'extrait du texte d'Auguste Comte, soit la lecture de la pochette), l'enseignant ne donne pas de réponse à des questions posées par des élèves. Il demande par exemple à un élève qui lui pose une question de lire les textes de sa pochette tout seul ; et ensuite de discuter avec les collègues de son groupe. Au fur et à mesure, Jean circule dans les groupes pour suivre leur travail et entendre leurs idées. Quand il estime que les élèves ne travaillent pas ensemble, il leur demande de partager leurs idées et de les discuter (tableau 44) (la transcription de la séance 3 se trouve dans l'annexe 7.6).

P : *(le prof se dirige vers le groupe 1)* Comment ça se passe ?
E2 de G1 : [ah chacun prend des notes]
P : Vous recopiez chacun…Vous pouvez vous dire ce que vous avez trouvé, c'est réfléchir ensemble
E2 de G1 : Pourquoi vous n'[aidez] pas ?
P : Pourquoi on n'[aide] pas, parce que vous avez chacun des idées, il faut que vous les

croisez, essayez d'en faire une petite synthèse très courte. Et éventuellement, il y en a une qui note au fur et à mesure les idées des autres, mais vous vous les présentez les idées, vous avez besoin de tout ce qui est dans tous les documents pour réfléchir

Tableau 44. Extrait de la transcription de la séance 3 avec un élève de G1 (de 00 :45:08 - 00 :45:56)

A travers l'entretien précédant l'observation de classe, nous avons repéré que la pratique de Jean dans la classe encourage les élèves à discuter, à réfléchir tout seul ou ensemble. C'est ce que Jean appelle l'utilisation de la démarche auto-socio-construction qu'il considère comme une forme de démarche d'investigation du fait de son objectif final, construire les connaissances par les élèves eux-mêmes : « […] en gros comment faire l'enseignement de la lumière en auto-socio-construction ? […] faire un travail dans cette optique là et sur la partie astrophysique ce que je vais tenter de faire pour la première fois, c'est la première fois où je vais aborder l'astrophysique dans cette optique… alors, on appelle ça la démarche d'investigation si on veut » (EPOC, annexe 7.2, phrase 131).

A travers l'analyse de la RSPD, nous avons repéré une *technique didactique : analyse du travail des élèves*. Avant de finir la séance 3, Jean distribue à chaque groupe d'élèves une feuille (une ressource qu'il n'a pas déclarée pendant les entretiens précédant l'observation de classe et n'est pas enregistrée dans le journal de bord) qui contient deux questions. La première demande de préciser les savants, les dates, les découvertes présentes dans chaque pochette. La deuxième contient trois sous questions « *quelles questions se posaient les scientifiques à l'époque ? Comment sont-ils arrivés à y répondre ? Quelles nouvelles questions ont surgi ?* ». Il demande à chaque groupe d'élèves de continuer leur lecture pendant une heure après la séance 3 en dehors de la classe et de répondre ensemble à ces questions. Pour corroborer le topos des élèves, l'enseignant donne à chaque groupe d'élèves une feuille A3 avec des stylos dans le but de faire une affiche dans laquelle Jean demande à chaque groupe d'élèves d'écrire une idée, les date, les savants, un questionnement, tiré de leur pochette.

Il semble que son affinité didactique et disciplinaire forte en physique lui permet de donner une place importante au topos des élèves. L'enseignant déclare qu'il n'avait pas peur que les élèves aillent dans une direction qu'il ne maîtrise pas car il vise à créer une situation où les élèves sont en investigation pour trouver des idées ou en rechercher ensemble.

La place donnée au débat

Nous présentons l'analyse de l'impact de l'affinité de Jean sur la place donnée au débat entre lui et les élèves ou entre les élèves.

La technique didactique concerne le rôle de Jean lors de présentation de chaque groupe d'élèves (dans les séances 4 et 5). A travers l'analyse de la RSPD (figure 27), nous avons repéré que Jean endosse le rôle d'animateur dans le colloque historique pour guider les présentations de chaque groupe d'élèves. En effet, Jean pose des questions au groupe d'élèves qui présente son travail concernant les concepts scientifiques et les objectifs de leur pochette. Le rôle d'animateur apparaît aussi lorsque la présentation des élèves n'est pas claire, l'enseignant encourage la classe à interroger le groupe d'élèves qui présente son travail. Quand l'affiche d'un groupe d'élèves ne contient pas ce que Jean a demandé, il s'adresse à

toute la classe en précisant l'objectif pour chaque groupe d'élèves : idées, dates, savants, questions qui se posent.

A travers l'Entretien Auto-Confrontation (E Aut-C), Jean explicite ce rôle d'animateur : « (L'enseignant arrête le vidéo quand il a dit : Nicolas (E1 de G1), tu vas leur redire : « attends, excuse-moi, ce n'est pas clair »). Voilà, et ça typiquement c'est… voilà, c'est ça que j'appelle le rôle d'animateur. C'est-à-dire que je ne suis pas là pour… enfin, là je donne des consignes, j'interviens comme prof, mais sur la façon de travailler, pas sur le contenu. Voilà » (E Auto-C, annexe 7.4, phrase 77).

	Présentation de G4 (Newton et Fraunhofer)
P	*(le prof parle à G4 et pose deux questions)* Allez c'est parti. ça commence quand votre histoire ? de quoi il s'agit ?
E2 de G4	C'est la découverte de la décomposition de la lumière, c'est Isaac Newton en 1660, dans une chambre [00 :04 :07] et il a décomposé la lumière chez lui, enfin en fermant les volets, il y a une raie qui est passée, et il a analysé la décomposition de la lumière. Donc voilà, et donc c'est la lumière du soleil.
E1 de G4	Fraunhofer, lui, a redécouvert les raies en 1900 [00 :04 :29] dans la spectroscopie et il a étudié en fait la longueur des ondes, et c'est *la naissance de la spectroscopie.* Il a amélioré l'appareil, il a redécouvert des nouvelles raies, et maintenant, il se pose une question, *c'est : quelle est la provenance des raies.*
P	C'est quoi que vous nous montrez dans le… ?
E1 de G4	C'est les raies.
P	*(le prof parle à toute la classe)* Vous avez des questions, des réactions, des remarques ? Est-ce que l'enjeu de ce qu'elles vous ont raconté vous semble clair ?
E	Oui.
E3 de G1	[00 :05 :10] Je veux ce qu'il a fait Fraunhofer
E2 de G4	En fait, il a redécouvert que la, enfin *le spectroscope*, et en fait, il a découvert qu'il y avait des *raies absorbés* avant c'est des… dans [00 :05 :22], et lui, il en a découvert plein, plein de sombres.
P	*Et c'est des raies où en fait ? Est-ce que tout le monde a bien compris dans quoi ? Dans n'importe quel spectre, il y a des raies comme ça ?*
E2 de G4	*[00 :05 :37] dans le spectre du soleil.*
P	D'accord. Est-ce que tout le monde voit ce qu'il note dans son cahier par rapport à ça ? Redites à tout le monde parce qu'ils ne s'étaient pas préparés à prendre des notes, quelles sont les idées qu'à votre avis, il faut noter vite ?
E2 de G4	Qu'en 1760, Isaac Newton découvre la décomposition… de la lumière du soleil, et en 1814, Fraunhofer a redécouvert la spectroscopie, et il décompose le spectre du soleil, et découvre des raies nouvelles.
E de classe	Et c'est quoi la question ?
E2 de G4	Quelle est la provenance de ces raies ?
P	Merci, vous laissez votre affiche.

Tableau 45. Extrait de la transcription de la séance 4 (premier-demi groupe) (deuxième partie : de 00 :03:52 - 00 :06 :37)

L'enseignant justifie son rôle d'animateur en relation avec l'apprentissage des élèves. Cela permet de mettre les élèves dans des situations où ils réfléchissent tout seuls ou ensemble pour construire leurs connaissances selon la démarche auto-socio-constructiviste « […] il faut que les élèves construisent leurs savoirs. […] c'est-à-dire avoir une activité intellectuelle assez sophistiquée, qui allie questionnements, réflexion, résolution de problème. Voilà. Cette construction, ça doit être de leur fait, c'est leur activité intellectuelle propre donc c'est de l'auto-construction du savoir […] un des éléments fondamentaux qui permet cette construction de savoir à un niveau élevé […] c'est dans les interactions avec les autres qui sont dans la même démarche de construction, qu'il va y avoir une richesse d'échanges […] » (E Auto-C, annexe 7.4, phrase 63).

A travers l'analyse de la RSPD (figure 27), nous avons repéré que Jean endosse un rôle d'animateur pendant *le colloque historique* pour guider les présentations de chaque groupe d'élèves. Son rôle d'animateur pendant la présentation lui fait encourager les élèves de la classe à poser des questions au groupe qui présente son travail et, à travers eux, à poser des questions sur la technique expérimentale que Kirchhoff et Bunsen ont proposée.

Le savoir enseigné pour le tirer vers la physique

Nous analysons ici comment l'affinité de Jean influence le tri et le choix de discussion sur un savoir considéré comme relevant de la physique.

La première technique didactique concerne les références évoquées. En effet, Jean se concentre dans son discours sur les travaux de physiciens. Dans la séance 1 et 2, Jean écrit sur le tableau concernant le travail sur les pochettes : « Quels physiciens ? Dates ? Quelles découvertes ? Quels questionnements ». Pendant la séance 3 (après 32 minutes de travail sur les pochettes), Jean rappelle aux élèves ce qu'ils doivent faire, c'est-à-dire les tâches à résoudre : extraire les idées qui semblent importantes pour expliciter ce que les physiciens ont trouvé sur les étoiles (tableau 46).

P : *(le prof parle à toute la classe : rappel de ce que les élèves doivent chercher)* S'il vous plaît, pour tout le monde, excusez-moi, pour tout le monde, je vous rappelle, mais peut-être que ce n'était pas assez évident, qu'on a une question à résoudre, c'est qu'est-ce qu'il s'est passé entre le moment où Auguste Comte disait qu'on ne saurait jamais rien sur les étoiles, et aujourd'hui, et c'est ça qu'on cherche, donc vous, quand vous réfléchissez sur vos textes, vous essayez de voir quelles sont les informations qui vous intéressent pour comprendre *comment les physiciens* ont réussi à en savoir plus sur les étoiles, parce que dans les textes, il y a plein de petits détails qu'il faut laisser de côté, qui ne vous intéressent pas.

Tableau 46. Extrait de la transcription de la séance 3 avec le groupe 1 (de 00:42:25 à 00:43:10)

L'affinité didactique et disciplinaire « physique » s'exprime dans le discours de Jean avec les élèves car il parle de physiciens, mais il ne parle pas d'autres spécialités scientifiques. Il existe pourtant des chimistes qui ont un rôle particulier dans le développement de la spectroscopie comme les travaux de Bunsen (chimiste) avec Kirchhoff (physicien) (voir Analyse « Pochette : raies spectrales Bunsen et Kirchhoff »).

La deuxième technique didactique porte sur le tri des travaux relatifs aux physiciens. A travers l'analyse praxéologique de la ressource fille orientée « Newton et Fraunhofer » (§ 5.1.3), nous avons repéré que la pochette contient une feuille des extraits de « Wikipédia » (annexe 8.7). Cette feuille contient l'histoire de la découverte des raies dans le spectre solaire

par le *chimiste* anglais Wollaston en 1802 et les travaux de Fraunhofer. Dans la séance 4, quand un élève évoque le travail concernant ce savant chimiste, Jean se concentre dans son explication sur les travaux de Newton et Fraunhofer (deux physiciens). Ici, quand un élève évoque un travail de chimiste, l'affinité « physique » de Jean semble orienter sa discussion pour guider la réflexion des élèves vers des travaux concernant des physiciens.

Par ailleurs, en analysant la présentation des élèves et l'affiche de ce groupe d'élèves (annexe 10.1) qu'il met au tableau devant la classe, nous repérons qu'il ne parle pas de savant (chimiste) et il ne met pas son nom dans l'affiche. En revanche, nous avons repéré que le groupe d'élèves dans le deuxième demi-groupe met le nom de ce chimiste dans leur affiche (annexe 10.2).

L'affinité didactique « physique » a des impacts sur sa discussion avec ses élèves et sur les productions des élèves (§ 2.1.2).

Son intervention quand le sujet est difficile

Nous analysons l'impact de l'affinité sur ses interventions face à la présentation de sujets difficiles par chaque groupe d'élève, par exemple pour l'effet Doppler. En effet, Jean laisse les élèves raconter ce qu'ils ont compris et lance une discussion avec eux en encourageant les interactions entre les élèves de classe et ce groupe. Jean reprend ensuite la parole et explique l'effet Doppler en montrant la différence entre ce concept par rapport le son et la lumière. Enfin, il fait la relation avec entre ce sujet et la spectroscopie en utilisant des transparents de différentes pochettes (tableau 47).

	Présentation de G2 (effet Doppler)
P	*(le prof parle à une élève de G3)* Essayez de préciser s'il y a un lien important à faire
E de G3	C'est comme l'expérience [00 :19 :02].
P	Et qu'est-ce qu'on avait dit là-dessus ?
E de G3	Et Galaxie, il s'éloignait.
P	Et comment on le savait qu'elle s'éloignait de nous ?
E1 de G1	Par les radions….par les ondes.
P	Rentrez dans les détails, regardez, je vous ai mis un petit schéma *(le prof mentionne le transparent présenté sur le tableau : transparent des spectres et longueurs d'ondes)* (annexe 8.11), là, essayez de voir le lien…
E de G3	C'est la couleur ça.
P	Plus que la couleur, parce que la couleur, c'est un peu trop vague.
E2 de G1	Quand c'est loin, c'est bleu, quand ça se rapproche, c'est bleu, et quand ça s'éloigne, c'est rouge.
E1 de G1	Oui, leurs raies, elles sont différentes, [00 :19 :34]
P	Alors, là, quand j'entends ce que vous dites, c'est…
E1 de G1	Il y a un trait noir, le noir, en fonction d'où il est placé, c'est là où la galaxie se met, voilà c'est…
P	*(le prof parle à toute la classe) Alors, voyez, on reparle des raies de tout à l'heure, des raies noires, chaque raie, on a dit tout à l'heure qu'elles avaient une position précise qui correspondait à un élément chimique précis,* et on

	s'aperçoit que pour certaines étoiles, ou certaines galaxies, ces raies, enfin l'ensemble des raies est décalé, n'est pas à la position prévue.
E1 de G3	C'est que les ondes sont étalées [00 :20 :12]
E2 de G3	[00 :20 :17] quand c'est compressé, on ne voit pas tout, enfin…
P	*(le prof explique à toute la classe)* Ouais, alors, c'est presque ça, c'est presque cette idée, c'est un peu plus subtil que ça, quand c'est compressé *(le prof met le transparent qui concerne la place d'une source à la personne)* (annexe 8.11), pardon… quand c'est compressé, vous voyez la longueur d'onde change.
E1 de G1	Ah ouais.
P	*(le prof explique à toute la classe)* Quand c'est dilaté, la longueur d'onde augmente. (*le prof met le transparent de G4 : spectre du soleil avec des raies noires*) (annexe 8.11) Qu'est-ce que Fraunhofer, il avait dit ? Il avait dit : la position de chaque raie correspond à une valeur de longueur d'onde précise.
E	[00 :20 :54]
P	*(le prof remet le transparent qui concerne la place d'une source à la personne)* Donc si la longueur d'onde change *(le prof remet le transparent des spectres et longueurs d'ondes),* ça veut dire que la position de la raie change.
E2 de G1	[00 :21 :08]… Ce n'est pas faussé… de quoi
P	Alors, vas-y Aymane (E2 de G1), attends *(le prof parle à toute la classe)*, ça va cette idée ? Alors Aymane, tu poses une vraie question, vas-y !
E2 de G1	*Si la raie se déplace, ça ne va, enfin les résultats ne sont pas faussés parce que si les raies sont déplacées, les éléments sont différents ?*
P	Alors, les résultats sur la composition de l'étoile ?
E2 de G1	Ouais.
P	C'est-à-dire quand elle est ici, on dit que c'est du fer, et quand elle est là, on dit que ce n'est pas du fer, on dit que c'est de l'oxygène ? *(le prof remet le transparent du spectre du soleil).* Alors, ce serait vrai, sauf que, si c'était une raie qui donnait un élément, effectivement, ça fausserait, sauf qu'en fait, pour un élément chimique donné, tu as plein de raies différentes, et elles se déplacent toutes en même temps, du coup, on arrive à reconnaître comment. Vous voyez que ça devient vite compliqué quand on prend tout à la fois. Qu'est-ce qu'on retient de ce qu'elles ont raconté ?

Tableau 47. Extrait de la transcription de la séance 4 (premier-demi groupe) (deuxième partie : de 00 :19 :00-00 :22 :30)

A travers l'entretien auto-confrontation, nous avons repéré que les interactions entre le groupe qui présente et la classe, quand le sujet de pochette est difficile, ne sont pas très spontanées, ce qui ne correspond pas au modèle d'enseignement que Jean souhaite mettre en œuvre : « […] Voilà. C'est contradictoire avec ce que je viens de raconter hein. Ça ne rentre pas dans le modèle de ce que j'essaie de faire… Je me suis permis de le faire, parce que justement le groupe qui présentait, était un peu démuni sur certains aspects […] » (E Auto-C, annexe 7.4, phrase 69).

L'affinité didactique et disciplinaire « physique » de Jean semble lui permettre d'intervenir lors de la présentation d'un sujet difficile par un groupe d'élève

Synthèse

Nous avons analysé dans cette partie un document orienté : la conception d'une ressource fille orientée et sa mise en œuvre en classe.

Jean s'inspire de son collègue Gilles de formation plutôt « physique » - qui appartient au groupe du GFEN - sur la façon d'enseigner le spectre-astrophysique sous la forme d'un colloque historique. Jean utilise beaucoup de ressources mères (sur papiers, numérique) afin de construire une ressource fille. Parmi elles, deux ressources sont mères structurantes : le *diaporama spectre-astrophysique* qui lui a permis de comprendre la problématique de la spectroscopie et de prendre des *notes* concernant les « thèmes » de la ressource fille et le livre « le roman des éléments » qui lui a permis de comprendre l'histoire et l'épistémologie des relations entre la spectroscopie et les éléments chimiques et d'en tirer des extraits pour construire une partie de la ressource fille.

Ses interactions avec Gilles (mél et réunion) concernent la préparation de la ressource fille, l'épistémologie et l'histoire de la discipline, le travail réflexif sur la mise en œuvre de la ressource fille (du point de vue des tâches et des techniques didactique). Il résulte de ces interactions que Jean fait un « canevas » de séances : cela lui permet de réfléchir dans un texte historique « Auguste Comte » pour introduire les séances de spectre-astrophysique et de repréciser les thèmes de chaque partie de la ressource fille que Jean appelle « pochette ».

A travers cette étude de cas, il nous semble que l'affinité didactique et disciplinaire « physique » permet à l'enseignant d'utiliser des ressources qui posent deux problèmes : d'un côté problème historique car à l'époque d'Auguste Comte il n'y avait aucun moyen possible pour connaître la composition des étoiles ; de l'autre côté un problème épistémologique pour savoir (après un siècle par exemple) ce qui se passe entre l'époque d'Auguste Comte et l'époque actuelle. Il vise à développer les compétences des élèves à pouvoir tirer des informations pertinentes de la lecture d'un texte d'histoire des sciences.

Nous avons analysé une partie de la ressource fille orientée qui concerne l'obtention du spectre et la comparaison entre deux types de spectre en relation avec l'affinité de Jean. Il s'agit de deux pochettes qui sont en lien avec l'enseignement du spectre « raies spectrales Bunsen et Kirchhoff » et « Newton et Fraunhofer ». Ce sont une partie de la ressource fille que nous considérons orientée par l'affinité didactique et disciplinaire « physique » de Jean. Il semble que l'affinité disciplinaire « physique » de Jean lui permet faire des liens dans la structure de chaque pochette, ainsi que entre ces deux pochettes, à travers l'histoire et l'épistémologie et des problèmes posées : « Alors, en gros, j'ai… j'avais… j'ai photocopié toutes les pages qui me parlaient de ce qui m'intéressait et après, j'ai fait un montage en ne gardant… en essayant de ne pas tout garder, puisque c'était trop long, en gardant juste les passages qui étaient intéressants […]. Après, j'avais commencé à rassembler un peu des pochettes, des documents par… sous différents thèmes […] » (EAC, annexe 7.3, phrase 6). Nous avons aussi repéré des éléments praxéologiques disciplinaires que l'enseignant demande aux élèves de retrouver dans ses pochettes. Pour Jean, l'objectif est que les élèves puissent avoir des compétences en « physique ».

Par ailleurs, nous avons repéré qu'il existe plusieurs effets de l'affinité de Jean sur la mise en œuvre de la ressource fille et sur ses interactions avec ses élèves. L'affinité disciplinaire et

didactique « physique » de Jean semble avoir un impact sur la capacité de mettre en œuvre une situation didactique complexe, ici, situations-problèmes. Jean introduit les séances de spectre-astrophysique en distribuant aux élèves le texte d'Auguste Comte.

Nous avons repéré que l'affinité didactique forte en physique influence les tâches proposées aux élèves par Jean et a un impact sur la compétence à repérer la difficulté d'une tâche (§ 2.2.3). Jean demande à chaque groupe d'élèves de tirer l'idée principale du texte d'Auguste Comte ou dans la pochette et de la discuter entre les élèves de chaque groupe. Il semble que son affinité didactique et disciplinaire forte en physique lui donner une grande responsabilité aux élèves pour la construction de leurs savoirs. L'enseignant déclare qu'il n'avait pas de peur que les élèves aillent dans une direction qu'il ne maîtrise pas car il vise à créer une situation où les élèves sont en investigation pour trouver des idées ou encourager à en rechercher ensemble. L'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean s'exprime dans ses justifications sur les tâches données aux élèves : lire la pochette, faire une affiche, présenter les idées. A travers l'analyse de l'entretien à chaud, il vise que les élèves arrivent à construire la problématique, à donner des questionnements sur les informations des étoiles en s'appuyant sur l'ensemble de la ressource fille orientée. Pour lui, cela permet de comprendre le fonctionnement de la physique à travers l'étude de spectre-astrophysique.

L'affinité didactique et disciplinaire « physique » s'exprime dans le discours de Jean avec les élèves car il parle de physiciens, mais il ne parle pas d'autres disciplines scientifiques. Il existe par exemple des chimistes qui ont un rôle particulier dans le développement de la spectroscopie comme les travaux de Bunsen (chimiste) avec Kirchhoff (physicien). De plus, son affinité disciplinaire et didactique forte en physique semble influencer sa capacité à vulgariser certains savoirs pour les mettre à la portée des élèves en utilisant des mots proches de leurs compréhension.

L'affinité didactique et disciplinaire « physique » de Jean lui permet d'intervenir lors de la présentation d'un groupe d'élève qu'il a un sujet difficile tel « effet Doppler ». En principe, ce sujet est qualifié par l'enseignant de difficile pour les élèves. Mais l'affinité « physique » de Jean lui permet d'articuler une connaissance difficile avec les autres sujets de la ressource fille orientée (§ 2.3.3) pour montrer la cohérence scientifique entre les connaissances. Selon Jean, cela permet aussi de développer une bonne compréhension des concepts avant la classe de terminale S (pour les étudiants qui suivront la filière scientifique).

5.1.4 Conclusion

Nous avons analysé dans cette partie l'effet mutuel de l'affinité de Jean et de son système de ressources (§ 5.1.1), l'effet mutuel de l'affinité de Jean et de ses interactions avec ses collègues (§ 5.1.2), et la relation entre l'affinité et le travail documentaire concernant l'enseignement du spectre-astrophysique en seconde (§ 5.1.3).

Jean a un intérêt pour la physique, ce qui le conduit à s'engager dans des formations plutôt « physiques ». Il semble avoir ainsi une conscience relative « physique » à laquelle la chimie est subordonnée. Jean signale que, dès le début de l'exercice de sa profession, il préférait l'enseignement de la physique parce qu'il avait plus de connaissances dans cette discipline, et qu'il pensait que la physique est plus riche que la chimie du fait du travail de conceptualisation nécessaire pour répondre aux problèmes qu'elle propose. En revanche, il

n'arrive pas à saisir les problèmes posés par la chimie. L'analyse de l'entretien avec la laborantine de son établissement de Jean révèle que Jean préfère la physique, et son enseignement, à la chimie et son enseignement. Il demande beaucoup de matériels et d'aides pour faire des expériences dans la discipline mineure : moins on a de conscience pour faire une expérience plus on demande des matériels et des aides. Il semble que Jean a une affinité relative disciplinaire pour physique et une affinité relative didactique pour la physique (§ 2.5, Q4.1.a & H4.1.a & H4.1.c)).

Jean utilise un ensemble de ressources variées pour préparer son enseignement. Ces ressources sont organisées autour de son affinité disciplinaire et didactique « physique ». En classe de seconde, il organise sa progression autour de quatre parties pour la physique et une partie pour la chimie, considérée comme une sous-partie de la physique (§ 2.5, Q3 & H3.a). Il passe beaucoup plus de temps à l'enseignement des contenus relatifs à la physique qu'à celui de la chimie.

Ses ressources principales pour préparer et concevoir son enseignement sont ses archives et les apports de ses collègues. Pour un contenu déjà donné, il retravaille ses archives en « recyclant » ses anciennes ressources et construisant des ressources filles.

Son affinité disciplinaire et didactique « physique » semble l'encourager à modifier des ressources pour enrichir l'enseignement du spectre en seconde d'une année (n) à l'autre (n+1) : il se concentre sur la physique dans les questions fondamentales, du fait de son affinité didactique forte. Il semble que son affinité disciplinaire et didactique « physique » sollicite des questionnements liés à l'épistémologie de la discipline vers laquelle le porte son affinité. De plus, nous ne repérons pas dans ses ressources de procédures expérimentales pour obtenir différents spectres. Comme il a une grande maîtrise de ce domaine-là, il n'intègre pas toutes les informations utiles dans les ressources filles, mais il les apporte en commentaires oraux (§ 2.5, Q3 & H3.b).

Par rapport aux interactions de Jean avec ses collègues, nous avons repéré des effets mutuels entre l'affinité disciplinaire et didactique de Jean et de ses interactions en et hors de son établissement : quand il rencontre un professeur de formation plutôt « physique » au sein de son établissement ils parlent de la physique et son histoire, quand il rencontre un chercheur de physique au sein du groupe GFEN il parle de l'épistémologie ou d'un contenu physique, quand il rencontre un collègue de SVT au sein de son établissement il parle des concepts physiques utilisés en SVT. Les interactions de Jean avec ses collègues semblent influencer son affinité ainsi que son affinité a des influences sur les interactions avec ses collègues (§ 2.5, Q3 & H3.c).

Jean construit la ressource fille pour l'enseignement du spectre-astrophysique en seconde, que nous considérons orientée physique, en s'appuyant essentiellement sur ses interactions avec son collègue de formation plutôt « physique » et à partir de deux ressources mères structurantes : le livre « le roman des éléments », et le diaporama spectre-astrophysique. Les interactions de Jean avec Gilles concernent la préparation de la ressource fille et sa mise en œuvre. Les deux ressources mères structurantes ont permis de développer son affinité disciplinaire et didactique car elles ont permis de découvrir l'épistémologie et de développer ainsi l'intérêt ainsi que la conscience disciplinaire (§ 2.5, Q4.2 & H4.2.c & H4.2.d). Ces

ressource ont permis de retravailler les connaissances de l'enseignant pour et par le travail (§ 2.1.3 voir connaissances ouvragées).

Nous avons aussi repéré les éléments praxéologiques dans une partie de la ressource fille orientée (deux pochettes) : technique et technologie disciplinaires. Il semble que l'affinité disciplinaire (sa conscience) physique de Jean permet à faire des liens dans la structure de chaque pochette ainsi que entre ces deux pochettes à travers l'histoire et l'épistémologie et des problèmes posées.

En classe, l'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean semble avoir un impact sur la capacité de mettre en œuvre une situation didactique complexe, ici, une situation-problème : A travers le texte d'August Comte, nous avons repéré qu'il n'y avait aucun moyen possible pour connaître la composition des étoiles, et cela pose un problème épistémologique pour savoir (après un siècle par exemple) ce qui se passe entre le moment d'Auguste Comte et la période actuelle. Jean qualifie son rôle comme *animateur*. En effet, il met les élèves dans une situation où ils doivent rechercher des idées dans le texte d'Auguste Comte ou dans la pochette pour construire leurs connaissances. Il semble que son affinité didactique et disciplinaire forte en physique lui permet de donner le topos des élèves : les élèves relativement autonomes. L'enseignant déclare qu'il n'avait pas peur que les élèves aillent dans une direction qu'il ne maîtrise pas car il vise à créer une situation où les élèves sont en investigation pour trouver des idées ou en rechercher ensemble. Pour Jean, cela permet de comprendre le fonctionnement de la physique à travers l'étude de spectre-astrophysique.

Il se concentre sur les travaux de physiciens dans ses questionnements et dans ses interactions avec ses élèves. L'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean joue ainsi sur le choix d'un problème et sur ses interactions avec ses élèves sur son discours.

Jean a une affinité didactique et disciplinaire « physique » très forte. Nous avons étudié sa praxéologie didactique locale autour de l'enseignement du spectre. Nous considérons que cette praxéologie didactique pour cet enseignement est *beaucoup plus complète de côté de la physique* (§ 2.2.4 & 2.5, Q3 & H3.b). Il enseigne le spectre en lien avec l'astrophysique en utilisant une nouvelle technique didactique qu'il appelle « colloque historique » et en construisant la ressource fille que nous considérons orientée physique (§ 2.5, Q3 & H3.a). Cela est peut-être beaucoup plus confortable à appliquer dans l'enseignement d'un contenu de la discipline majeure (§ 2.1.2). A partir de cette praxéologie didactique locale beaucoup plus complète de côté de la physique et à partir de la ressource fille orientée physique, il semble que le document est orienté par l'affinité didactique physique (§ 2.3.3).

Il semble ainsi qu'il existe une relation forte entre la genèse de l'affinité disciplinaire et didactique de Jean et la genèse des documents qu'il développe, ici dans le cas de l'enseignement du spectre-astrophysique.

5.2. Analyse des effets mutuels de l'affinité et du travail documentaire de Philippe (PADC)

Nous commençons par l'analyse des effets mutuels de l'affinité didactique chimie de Philippe et de son système de ressources (§ 5.2.1), puis nous analysons des effets mutuels de son affinité et de ses interactions avec ses collègues (§ 5.2.2). Nous analysons ensuite les effets de

cette affinité et de son travail documentaire pour l'enseignement du spectre (§ 5.2.3). Nous présentons enfin une conclusion de ces analyses (§ 5.2.4).

Philippe s'est orienté vers la chimie dans les formations scolaires et universitaires. Il a passé le CAPES externe, et depuis 2006, il est enseignant certifié de physique-chimie au lycée. Il enseigne en 2013-2014 les classes de seconde, 1er S, et TS (tronc commun) (§ 3.5.1).

5.2.1 Affinité et système de ressources

Pour analyser les effets mutuels de l'affinité et du système de ressources de Philippe, nous exploitons l'entretien précédant l'observation de classe au cours de l'année 2013-2014, la visite guidée de ses ressources ainsi que la représentation schématique du système de ressources qu'il a réalisée au cours de cet entretien. Ce sont des moments de l'entretien général (EG) (transcription de l'EG dans l'annexe 11.1) et de l'entretien précédant l'observation de classe (EPOC) (transcription de l'EPOC dans l'annexe 11.2) menés avec Philippe. Nous essayons à confronter entre ces moments en croisant entre ce que Philippe dit, ce que dit sa représentation schématique et ce que nous donne à voir la visite guidée de ses ressources. De plus, nous nous appuyons sur la visite guidée de ses ressources pour repérer la structure de ses ressources.

Nous décrivons d'abord les ressources utilisées par Philippe pour son enseignement en physique et son enseignement en chimie en montrant des différences dans le travail documentaire selon les disciplines concernées à travers l'entretien général et l'entretien précédant l'observation de classe. Nous analysons les éléments de l'affinité disciplinaire et didactique ainsi que l'entretien avec les laborantins (EL) dans l'établissement de Philippe (transcription de l'EL dans l'annexe 13.2). Nous analysons ensuite la représentation schématique de système de ressources (RSSR) de Philippe pour l'enseignement de la physique et de la chimie.

Organisation des ressources cohérente avec le propos du groupe SESAMES : ressources de types différents dans chaque enseignement

Nous présentons d'abord les différentes ressources de Philippe. Nous nous attachons ensuite à repérer les effets mutuels de l'affinité didactique de Philippe et de ses ressources. Nous présentons l'analyse de son intérêt et sa conscience disciplinaire et didactique ainsi que l'analyse l'entretien avec les laborantins de son établissement. Nous analysons enfin la structure de son système de ressources.

Pour organiser son enseignement en SPC, il consulte d'abord le Bulletin Officiel pour repérer « les compétences exigibles » (EPOC, annexe 11.2, phrase 16). Il s'appuie dès le début de sa carrière (2006) sur les ressources du groupe SESAMES qu'il a rejoint depuis 3 ans (au moment de faire l'entretien EPOC). Philippe a quelques collègues de SPC dans son établissement qui appartiennent à ce groupe. Le groupe SESAMES (acronyme pour 'Situation d'enseignement Scientifique : Activité de Modélisation, d'Evaluation, de Simulation') rassemble des chercheurs en didactique des sciences et des enseignants de physique-chimie au collège ou au lycée. Il vise le développement de ressources pour l'enseignement de la

physique et de la chimie qui alimentent le site collaboratif Pegase[114] (acronyme de 'Professeurs et leurs Elèves un Guide pour l'Apprentissage des Sciences et leur Enseignement') destiné aux enseignants et aux formateurs concernés par l'enseignement de la physique et de la chimie.

Le site Pegase permet à l'utilisateur d'accéder aux ressources à travers deux rubriques « enseigner » et « se former » (figure 28). L'entrée « enseigner » contient des séquences d'enseignement et des activités que l'enseignant peut mettre en œuvre dans la classe. Il existe parfois des commentaires concernant les savoirs mis en jeu, les modes opératoires, les comportements des élèves pour ces séquences d'enseignement. Sous la rubrique « parties et activités du thème », le site propose un ensemble de ressources décomposées en « activités » et « modèles ». Cette structuration fait écho à ce que nous avons abordé dans l'introduction de la thèse concernant les deux mondes de l'apprentissage de la physique ou trois mondes dans l'apprentissage de la chimie (Tiberghien, 1994 ; Le Maréchal, 1999) [115]. De plus, il y a parfois des ressources sous les noms suivants « exercice » et « devoir surveillé ». Par ailleurs, l'entrée « se former » contient des ressources concernant des précautions et des aides sur la mise en œuvre avec les élèves.

Figure 28 : Structuration de site Pégase /rubrique enseigner/ thème : l'univers

Les ressources du groupe SESAMES jouent un rôle essentiel dans le travail documentaire de Philippe « ça a été déjà une grosse source documentaire » (EPOC, annexe 11.2, phrase 74). Il semble que son affinité didactique faible en physique (§ 3.5.1) l'orientait vers les ressources de ce groupe (§ 5.2.2) pour compléter son système de ressources surtout dans la discipline mineure.

Il recherche de nouvelles ressources, contenant par exemple des travaux pratiques, à la fois sur Internet et auprès des collègues de SPC de son établissement. Philippe n'utilise moins les

[114] http://pegase.ens-lyon.fr/

[115] Jean François Le Maréchal et Andrée Tiberghien sont à l'origine de la création du groupe SÉSAMES, donc cette proximité entre les approches théoriques et la structure même du site n'est pas fortuite.

manuels scolaires qu'avant le changement du programme (BO, seconde 2010) et recourt davantage à l'utilisation de *logiciels* permettant de vérifier des lois à la fois dans l'enseignement de la physique et dans l'enseignement de la chimie.

L'analyse de l'entretien général révèle que Philippe avait un intérêt relatif disciplinaire et didactique très fort pour la chimie depuis longtemps parce que, selon lui, la chimie est « une science expérimentale » et elle ressemble à « la cuisine » du point de vue des manipulations qu'elle suppose et des transformations qu'elle réalise, du fait aussi ainsi qu'elle contient moins de mathématiques. Philippe avait en effet un intérêt faible pour la physique et son enseignement à cause des formules mathématiques (ce qui l'oriente vers la chimie dès son baccalauréat § 3.5.1) sur laquelle elle fonde son développement. Selon lui, cela demande beaucoup de *rigueur* dans les formules mathématiques en physique : « Dans les formules à appliquer. Dans les… Euh… Toujours un monde assez abstrait, c'était… Avant, c'était vraiment très difficile la chimie euh, la physique » (EG, phrase 86, annexe 11.1). La chimie apparaît moins mathématique que la physique. Il situe la chimie au niveau microscopique (ce qu'on ne voit pas : atomes, molécules), et au niveau macroscopique (ce qu'on voit : solutions aqueuses, explications). Pour lui, la physique est beaucoup plus abstraite dans l'aspect mathématique que la chimie. Il considère que la chimie est beaucoup plus concrète que la physique. Il semble avoir une conscience relative beaucoup plus pour la chimie que la physique. Il indique que ses élèves ont peu de goût pour les calculs mathématiques que l'on trouve en physique. Par ailleurs, Philippe estime que les modèles dans l'enseignement de la physique sont « plus compliqués » (EG, annexe 11.1, phrase 174) parce qu'on y rencontre, dans les différents thèmes, des grandeurs de natures différentes. En revanche, il estime que les thèmes qui impliquent la chimie sont assez proches. Comme il a une grande conscience en chimie il arrive à faire des liens entre les thèmes de l'enseignement chimie à travers les modèles. Philippe préfère les travaux pratiques en chimie beaucoup plus que qu'en physique « Parce que je suis mes informations, je suis mes informations. Oui, c'est ça, je suis beaucoup, beaucoup plus à l'aise en chimie » (EG, annexe 11.1, phrase 302). Selon lui, les TP en physique semblent plus complexes et demander des matériels plus difficiles à réunir « En physique, il faut mettre un peu plus de réflexion et puis cela dépend aussi du matériel. On n'a pas… On est toujours bloqué par le matériel aussi, en physique. Alors qu'en chimie, c'est les solutions, c'est moins dramatique » (EG, annexe 11.1, phrase 306).

Le laborantin de l'établissement de Philippe, lors de l'entretien - cet entretien était avec le laborantin et la laborantine en même temps - que nous avons conduit avec lui, relève que Philippe préfère la chimie et son enseignement à la physique et son enseignement (§ 1.2.2 & 1.1.3). Selon lui, cela n'est pas juste lié à son parcours scolaire, mais c'est aussi lié aux matériels demandés et à l'organisation de son cours. De son côté, la laborantine voit que Philippe demande beaucoup de matériels en chimie. Selon le laborantin, la demande importante de matériel est toujours bien ciblée, elle manifeste la maîtrise de Philippe en chimie : il demande aux élèves de faire plus de choses en chimie, où il travaille avec plus de confort qu'en physique (§ 2.1.2) : « En chimie, pas mal. Mais moi, l'impression, c'est qu'il demande beaucoup en chimie parce qu'il maîtrise la chimie, et des fois, il leur (les élèves) demande des choses en plus » (EL, annexe 13.2, phrase 29).

Philippe déclare qu'il ne distingue pas, dans ses ressources, l'enseignement de la physique et celui de la chimie. Cependant, nous avons repéré des éléments de différentiation du travail documentaire suivant les deux disciplines. Les échanges de Philippe avec ses collègues au sein de son établissement alimentent son système de ressources (§ 5.2.2) de manière différenciée suivant la discipline : pour la physique, les discussions avec ses collègues portent sur les ressources manquantes (§ 2.3.4) pour les nouveaux enseignements à développer. En revanche, pour la chimie, les discussions questionnent davantage le contenu du Bulletin Officiel (BO), l'ensemble de la progression, pour penser une structure d'ensemble d'enseignement. Il semble que son affinité disciplinaire et didactique « chimie » forte lui permet des discussions plus conceptuelles sur le programme de la chimie sur sa cohérence, sa dynamique, sa globalité ce qui manifeste une praxéologie beaucoup plus complète en chimie. Mais, pour l'enseignement de la physique, il s'agit de combler des besoins ponctuels pour faire face aux nécessités du nouveau programme.

Le changement de programme (BO seconde, 2010) entraîne des évolutions des ressources associées. Philippe déclare que son intérêt disciplinaire et didactique pour la physique augmente car, selon lui, l'une des évolutions marquantes est la réduction des formules mathématiques dans l'enseignement de la physique et de la chimie. Il existe maintenant, dans ses ressources pour l'enseignement de la physique, de moins en moins d'exercices avec des formules mathématiques « […] On leur (élèves) demande moins d'exercices avec des formules, ça c'est clair. Donc là, ça change un peu mais bon euh…» (EPOC, annexe 11.2, phrase 136).

La visite guidée des ressources de Philippe révèle que celles-ci sont structurées selon des chapitres, par niveau d'enseignement et par année d'enseignement. Pour chaque niveau scolaire, les ressources sont rangées sur son ordinateur dans un dossier que Philippe appelle « chapitre » contenant des sous-dossiers. Par exemple : un dossier qui porte sur « les ondes » intègre des sous dossiers en relation avec ce concept comme « l'effet Doppler ». Dans le sous dossier « effet Doppler », il y a des fichiers du groupe SESAMES « modèles » et « activités ». Les fichiers « modèles » concernent *la partie théorique du cours*. Et, les fichiers « activités » sont spécifiques à ce que les élèves doivent faire pendant chaque séance (TP, questions, observations,…) : « Un modèle c'est une partie de la théorie, une partie du cours […] » (EPOC, annexe 11.2, phrase 104) et « Et donc, leur job à eux (élèves), c'est de… On a des activités, c'est de trouver la réponse des activités en s'aidant du modèle. De façon à ce qu'ils arrivent à bien comprendre le modèle » (EPOC, annexe 11.2, phrase 106).

De plus, l'organisation et la structure des ressources de Philippe sont fortement liées à la structure de ses activités d'enseignement. En effet, Philippe sollicite de ses élèves les *modèles* et les *activités* concernant un chapitre précis. Cela est cohérent avec ce que le groupe SESAMES propose. Les élèves collent les ressources « activités » et « modèles » (que Philippe imprime) sous ce chapitre « Je n'ai pas de cours. Je ne leur fais pas copier un cours. C'est sous forme d'un… Généralement, c'est un papier coloré (modèles ou activités) et ils n'ont plus qu'à coller » (EPOC, annexe 11.2, phrase 108). Il semble que cela traduise une intégration forte des ressources du groupe SESAMES dans le système de ressources de Philippe : la structure de SESAMES se retrouve exactement dans la structure du système de ressources de Philippe, et elle se retrouve aussi dans son activité enseignante.

Cette organisation de ressources est dynamique car Philippe développe la structure de ses ressources d'une année à l'autre. La technique didactique de Philippe est de modifier ou de compléter son système de ressources en fonction du retour de ses élèves et des interactions avec eux « […] Souvent, je réutilisais les mêmes activités en les complétant ou en les modifiant un tout petit peu, en fonction du retour des élèves » (EPOC, annexe 11.2, phrase 32). Et, il consulte l'Internet pour compléter et/ou vérifier quelques ressources. Donc, il ajoute (site Internet, images, TP, activités expérimentales) à ses ressources en les adaptant « Et généralement dans mes fichiers, quand j'ai besoin d'une… Par rapport à l'organisation, dans mon fichier Word de cours, je mets de temps en temps mes références de mes… Des sites internet que j'ai été voir ou le document. Je le mets directement dans mon fichier, comme ça quand j'ouvre mon fichier donc, par exemple, le chapitre C4, je sais exactement… Je vais voir la fin du fichier et il y a certains compléments » (EPOC, annexe 11.2, phrase 50). De cette visite, il apparaît que Philippe a seulement une version numérique pour ses ressources, à la différence de Jean qui a deux versions (version papier et numérique). On peut faire une relation de la nature de ces supports avec les collectifs qui nourrissent le travail documentaire de Jean (le GFEN, dont le site ne propose pas de ressources numériques) et de Philippe (SESAMES, dont le site propose des ressources directement utilisables pour l'enseignement).

Ainsi, Philippe recourt, dès le début de son enseignement, aux ressources du groupe SESAMES. Ce système dynamique du fait de la réorganisation de ses parties en fonction du retour de ses élèves et ce qu'il trouve sur l'Internet. A travers les changements des programmes (BO seconde, 2010), la réduction des formules mathématiques dans l'enseignement de la physique développe l'intérêt disciplinaire et didactique de Philippe pour la physique. Cela se traduit aussi par la réduction des formules mathématiques dans les ressources données aux élèves. Les échanges de Philippe avec ses collègues au sein de son établissement sont orientées par son affinité : discussions d'ordre conceptuel en chimie, et concernant l'ensemble du programme ; discussions d'ordre pratique en physique, et concernant la quête de ressources manquantes.

Représentation schématique du système de ressources (RSSR) de Philippe : prise en compte un ensemble de ressources pour constituer une ressource fille

Dans cette partie, nous analysons la représentation schématique du système de ressources (RSSR), pour l'enseignement de la physique et pour l'enseignement de la chimie, dessinée par Philippe au cours de l'entretien précédant l'observation de classe, en relation avec ce que Philippe dit au cours de cet entretien et avec la visite guidée de ces ressources.

Cette RSSR (Figure 29) est cohérente avec ce que dit Philippe de ses ressources (cf. supra).

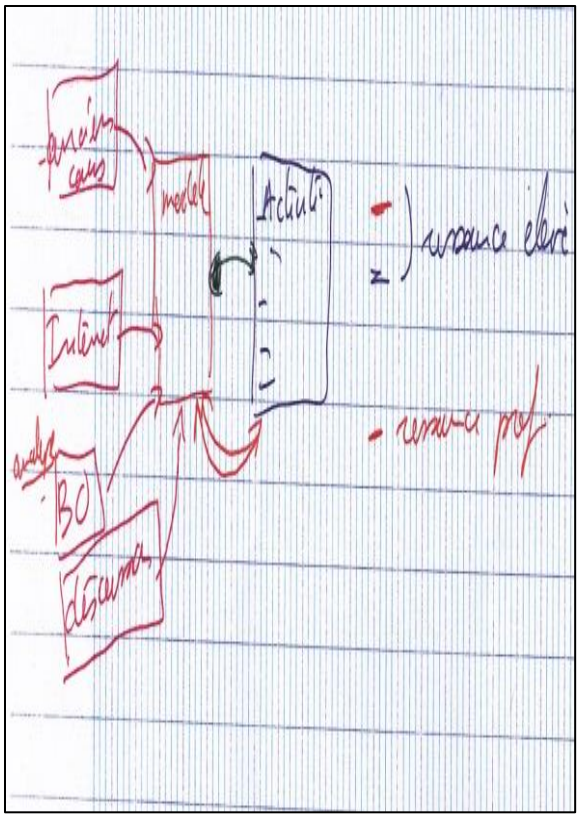


Figure 29 : RSSR de Philippe originale

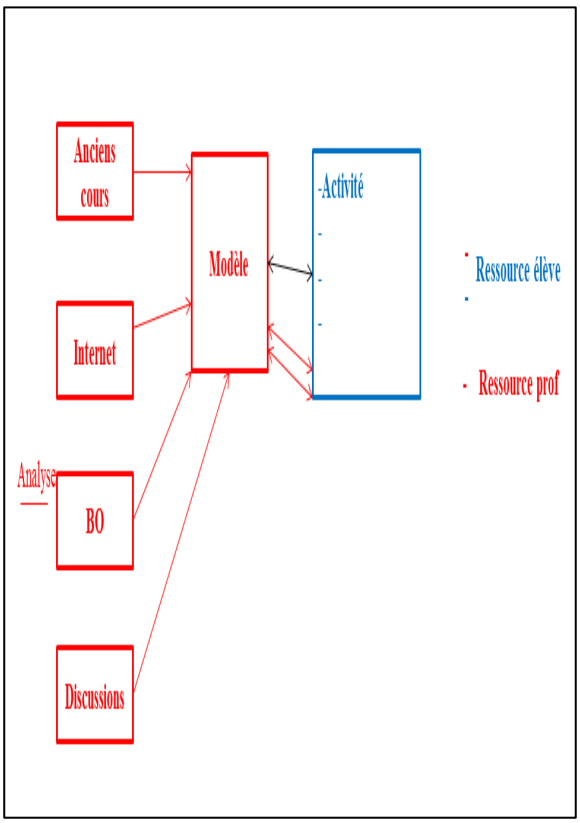


Figure 29* : RSSR mise en forme par l'auteur

Le cœur de son travail documentaire est représenté par la ressource dite « modèle » en rouge car cette dernière est le *centre* de la RSSR (voir méthodologie d'analyse des représentations schématiques § 3.6.3) et plusieurs éléments lui sont directement liés. Quatre pôles dessinés en rouge apparaissent à gauche de cette RSSR qui nourrissent le centre « modèle » : les « anciens cours[116] », les sites « Internet », le Bulletin Officiel « BO », les « discussions » avec les collègues au sein de son établissement et dans le groupe SESAMES. En effet, il apparaît dans la RSSR une flèche en rouge de chacune de ces quatre ressources vers le centre « modèle », ces cinq blocs, en rouge, constituant les « ressources professeur ». Un cinquième pôle en bleu apparaît à droite de la RSSR : « activité ». Ce dernier pôle avec les quatre pôles qui nourrissent le centre « modèle » constituent les ressources pour les élèves. Nous observons qu'il y a une flèche réversible en noir et une double flèche réversible en rouge entre le pôle « activité » et le centre « modèle ». Autrement dit, l'un influence l'autre et vice-versa. Il semble que ces deux ressources « activité » et « modèle » soient le moteur de son travail documentaire. La ressource « modèle » est le centre de la RSSR et ces deux ressources « activité et modèle » sont dessinées en premier.

Ainsi, nous avons repéré dans la RSSR de Philippe plusieurs types de ressources et les liens qui les organisent. Ces ressources peuvent être utilisées par Philippe comme des ressources mères pour concevoir une nouvelle ressource fille. Cet ensemble de relations soutient la dynamique du travail documentaire de Philippe.

[116] Nous avons repéré dans la partie précédente que Philippe utilise les manuels scolaires ainsi que les ressources du groupe SESAMES depuis le début de son enseignement. Ce sont ses anciens cours.

Synthèse de l'analyse du système de ressources de Philippe

L'entretien général et l'entretien précédant l'observation de classe, avec les différents moments (la visite guidée de ressources et la RSSR), mettent en évidence les différents types de ressources de Philippe : des ressources du groupe SESAMES, ses anciens cours, le bulletin officiel, les discussions avec ses collègues au sein de son établissement, Internet, le retour des élèves. La structure de ses ressources est cohérente avec les ressources du groupe SESAMES « activité et modèle ». Par ailleurs, la grande évolution dans son système de ressources après les changements de programme (BO seconde, 2010) concerne les ressources données aux élèves : Philippe y réduit l'aspect mathématique. Il semble que son affinité disciplinaire et didactique « chimie » forte lui permet des discussions sur le programme de la chimie du point de vue de sa cohérence et sa dynamique, ce qui n'est pas le cas du programme de physique qu'il ne considère que localement.

Philippe a un intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la chimie depuis toujours. Il situe la chimie aux échelles microscopiques et macroscopiques. Il considère que la chimie est beaucoup plus concrète que la physique. Il aime moins la physique à cause des mathématiques. Il considère que les modèles dans l'enseignement de la physique sont déconnectés alors que, grâce à ses connaissances en chimie, il arrive à faire des liens entre ses thèmes. Cette affinité disciplinaire et didactique « chimie » est confirmée par l'entretien avec surtout le laborantin. L'affinité disciplinaire et didactique « chimie » de Philippe se manifeste dans l'ensemble de son travail documentaire (§ 2.1.2).

5.2.2 Affinité et interactions avec les collègues

Il s'agit dans cette partie d'analyser les interactions de Philippe avec ses collègues à travers son affinité disciplinaire et didactique « chimie ». Nous repérons d'abord les différentes interactions avec les collègues en et hors de l'établissement. Nous nous attachons ensuite à présenter les effets mutuels de l'affinité didactique de Philippe et de ses interactions. Pour cela, nous nous concentrons sur l'entretien général (annexe 11.1) et l'entretien précédant l'observation de classe (annexe 11.2) et sur la représentation schématique des interactions avec les collègues (RSIC) que Philippe a tracée au cours de cet entretien et l'analyse de l'entretien auto-confrontation (annexe 11.3).

Différentes interactions en et hors de l'établissement de Philippe

Nous croisons ici l'analyse d'éléments de l'entretien général (EG), de l'entretien précédant l'observation de classe (EPOC) ainsi que la Représentation Schématique de l'Interaction avec les Collègues (RSIC). Nous venons de montrer (§ 5.2.1) que le système de ressources de Philippe intègre les discussions avec ses collègues au sein de son établissement ainsi qu'au sein du groupe SESAMES. Nous allons ici analyser plus en profondeur ces interactions (voir le thème « Interactions avec les Collègues » dans la méthodologie d'analyse § 3.6.3).

L'entretien général met en évidence que les interactions de Philippe dans son établissement avec les collègues qui appartiennent au groupe SESAMES (§ 5.2.1) développent son intérêt pour l'enseignement de la physique. En effet, ces interactions lui ont permis d'augmenter ses connaissances en physique « […] Au niveau des connaissances on progresse puisque l'on…

Notamment avec (Éric et Nadia), donc on arrive à progresser comme ça et le delta de connaissances entre la physique et la chimie s'amenuise » (EG, annexe 11.1, phrase 264).

Philippe intervient aussi dans le groupe SESAMES, pour concevoir des ressources d'enseignement : « […] Euh… J'interviens aussi avec le groupe SESAMES, mené par Éric. Donc là, on propose des séquences pour les collègues, et là aussi, ça nécessite… C'est une sorte de formation continue, c'est du travail mais aussi ça… C'est un autre aspect de l'enseignement » (EG, annexe 11.1, phrase 34). Selon lui, il se forme aussi par lui-même quand il intervient *parfois* dans l'association « Union des professeurs de physique et de chimie » et en classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE). A travers son CV[117], nous avons repéré qu'il est interrogateur oral en *chimie* en *CPGE* (spé et sup) depuis 2009 et il est assistant en travaux pratiques en *chimie* depuis 2012. Son affinité semble l'orienter à enseigner en chimie grâce aux connaissances solides qu'il a dans cette discipline. Il apparaît aussi qu'il a participé à la rédaction d'un article avec le groupe SESAMES. Cet article a été publié dans le Bup[118] (Bulletin de l'union des professeurs de physique et de chimie). Il s'agit de la conception d'une séquence aux contenus en SPC à travers les nouveaux programmes et les activités des élèves.

L'analyse de l'entretien (EPOC) et de la RSIC éclaire les interactions de Philippe dans deux contextes : l'un avec des collègues de SPC au sein de son établissement et l'autre avec des collègues au sein du groupe SESAMES. La RSIC (figure 30) (voir la méthodologie de l'analyse de la RSIC dans la partie § 3.6.3), révèle en effet deux types d'interaction :

- Le premier type d'interaction, que nous désignons par I1, concerne les échanges de Philippe avec les enseignants de SPC au sein de son établissement que Philippe appelle « équipes ». Il se situe en haut et à gauche de la RSIC ;
- Un autre type que nous présentons par I2, spécifique aux échanges de Philippe avec les collègues au sein du « groupe SESAMES ». Il se situe au milieu et à gauche de schéma. Il n'apparaît pas dans la RSIC les collègues de SPC qui appartiennent à la fois à l'établissement de Jean et au groupe SESAMES.

[117] Philippe nous a fourni son CV. Cela nous a permis de repérer les formations scolaires et continues suivies, les expériences professionnelles, les publications.
[118] Miguet *et al*. (2014) : http://www.udppc.asso.fr/bupdoc/consultation/une_fiche.php?ID_fiche=21631

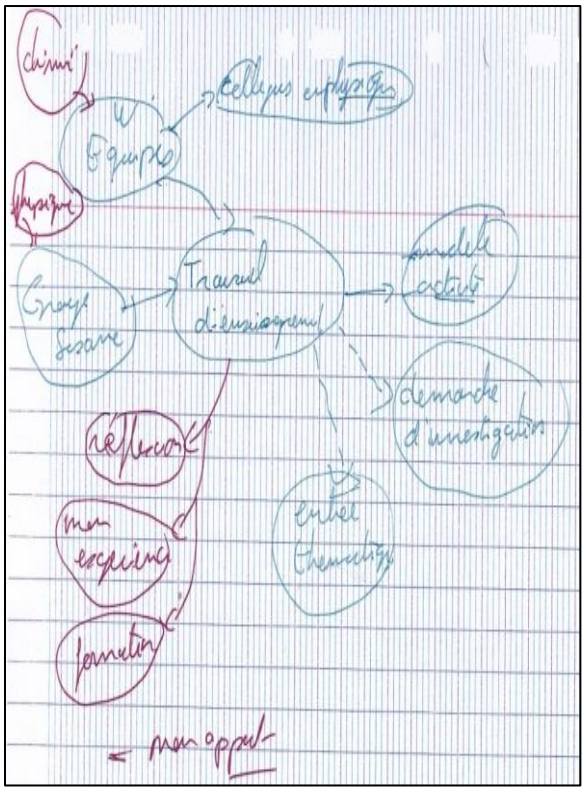


Figure 30 : RSIC de Philippe originale

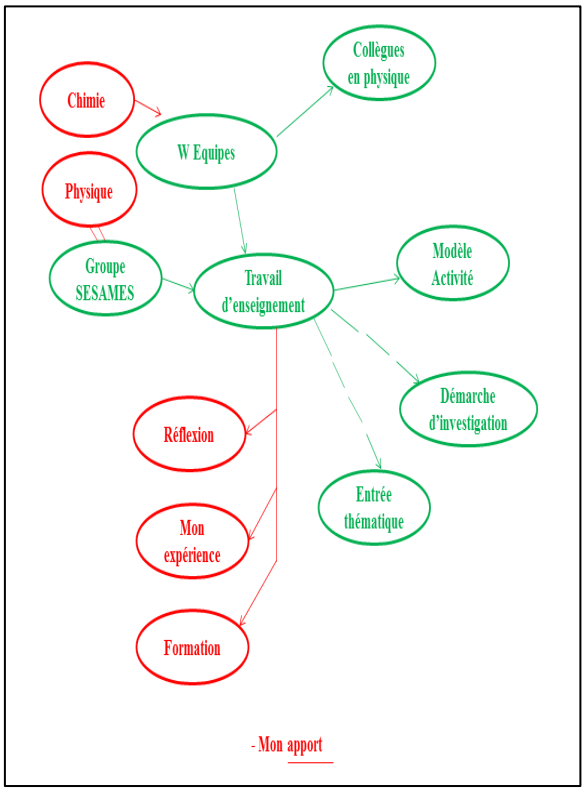


Figure 30* : RSIC mise en forme par l'auteur

Ces deux interactions (I1 et I2) sont essentielles pour Philippe : elles ont été dessinées en premier. Elles nourrissent ensuite le « travail d'enseignement » que nous considérons comme le *centre* de la RSIC du fait des flèches qui y viennent et qui en sortent. Cela révèle que Philippe s'attache dans ses discussions au travail d'enseignement pour lequel la construction des ressources filles est primordiale : en effet, ce centre alimente essentiellement les ressources du groupe SESAMES « modèle et activité ». Et, il nourrit aussi (pointillés) les « démarches d'investigation » et « entrées thématiques » qui sont préconisées par les nouveaux programmes (BO, seconde 2010) et qui nécessitent justement un renouvellement, au moins partiel, de ses ressources : « […] Entrée thématique, on n'y croit pas trop. Le fait de parler de la santé, de parler de l'Univers, c'est du flan. C'est un peu l'habillage. Ce n'est pas ce qui est le plus important à notre avis, parce que l'on est plusieurs à penser comme ça aussi. Donc, on le fait parce que c'est dans le BO mais bon, euh… Ce n'est pas le plus important et la démarche d'investigation, ça demande énormément de temps si on veut bien la faire. Donc on en fait certaines fois mais euh… Ça fait perdre beaucoup de temps et les élèves ne font pas, ne font pas… On ne peut pas les mettre dans un rôle de chercheur, ce n'est pas possible » (EPOC, annexe 11.2, phrase 90). Cela traduit le fait que l'enseignant ne prend pas vraiment en compte les entrées thématiques, ni les démarches d'investigation (§ 5.2.3).

Philippe a dessiné tout ce qui concerne les termes et les flèches qui présentent ses interactions avec ses collègues de son établissement et dans le groupe SESAMES en vert. En revanche, il trace l'apport de ce travail d'enseignement en rouge (voir la partie suivante).

Nous avons présenté les interactions de Philippe avec ses collègues en et hors de son établissement. Deux interactions sont présentes : l'une se déroule avec les collègues de SPC

au sein de son établissement et l'autre se fait au sein du groupe SESAMES. Dans la suite, nous analysons les effets mutuels de l'affinité didactique de Philippe et de ses interactions.

Effets mutuels de l'affinité de Philippe et de ses interactions avec ses collègues

Nous analysons ici les effets de l'affinité didactique et disciplinaire « chimie » de Philippe dans ses interactions collectives et les effets de ses interactions sur son affinité. Nous nous appuyons sur l'analyse de l'entretien précédant l'observation de classe, de la RSIC et de l'entretien auto-confrontation. Plusieurs formes d'interactions apparaissent dans la RSIC (figure 30). Ces formes renvoient aux différents objets (voir le thème d'interactions dans la méthodologie d'analyse des données, § 3.6.3) vers lesquels l'affinité didactique et disciplinaire « chimie » de Philippe orientent ses activités.

Nous avons souligné dans la partie (§ 5.2.1) que les discussions avec les collègues constituent un aliment essentiel de son système de ressource. Philippe précise que ses collègues de son établissement sont de formation plutôt « physique ». Dans la RSIC, il dessine donc une flèche de l'interaction I1 « équipes » vers « collègues en physique ». Il dessine ensuite un nouvel terme en rouge « chimie » et une flèche de ce dernier terme vers « équipes ». Cela suppose que Philippe apporte des aides dans l'enseignement de la chimie dans l'interaction I1. En effet, il est la personne source en chimie surtout en terminale S concernant des nouveaux concepts intégrés concernant l'analyse spectrale (BO terminale S, 2011) : « […] En Terminale S, c'est souvent des ressources communes et c'est important parce que là on bâtit les séances ensemble et donc là, les ressources viennent vraiment… Les ressources viennent de trois personnes différentes. Les miennes pratiquement, elles viennent de… Plutôt de chimie parce que je suis chimiste de formation et là, ça vient principalement d'internet et de sites spécialisés, par rapport à une question que l'on se pose, par rapport par exemple à la RMN, on a une base de données, typiquement, RMN ou infrarouges. Donc là, on concentre plus l'information » (EPOC, annexe 11.2, phrase 146). L'affinité didactique et disciplinaire « chimie » de Philippe a donc des effets sur la nature des interactions avec les collègues dans I1. Grace à ses connaissances solides en chimie, il est donneur des ressources dans l'enseignement de la chimie en terminale S pour des nouveaux thèmes.

Dans l'interaction I2 avec le groupe SESAMES, la RSIC met en évidence un nouvel élément en rouge « physique » et une égalité en rouge entre ce dernier terme et les interactions I2 « groupe SESAMES » que nous considérons comme une flèche réversible. Cela traduit l'apport de Philippe au groupe SESAMES, mais aussi l'influence de SESAMES sur son travail documentaire. En effet, Philippe a participé, au sein du groupe SESAMES, à la conception des chapitres pour la classe de seconde qui sont en relation avec l'ancien programme « Donc on… Donc on a dû, chacun d'entre nous, bâtir des chapitres. Alors, en Seconde, c'est un petit peu différent puisqu'il y a certains chapitres qui se ressemblent beaucoup avec l'ancien programme, donc on a rapproché. Donc, la ressource pour 2010, pour le programme de seconde, ça a été ce que l'on avait fait les années précédentes » (EPOC, annexe 11.2, phrase 78). Dans le cadre du nouveau programme (BO seconde, 2010), il a travaillé en particulier avec deux enseignants sur les expériences à faire « Ça a été aussi un travail de ressources euh… disciplinaires… par équipe. Quand on a travaillé sur ce nouveau

programme, on a été pratiquement trois enseignants à travailler dessus » (EPOC, annexe 11.2, phrase 80). Ils se partagent donc leurs connaissances « Donc à faire des expériences, donc chacun amenait ce qu'il connaissait » (EPOC, annexe 11.2, phrase 82). Rappelons qu'avant (§ 5.2.1) Philippe disait qu'il préfère beaucoup plus les expérimentations en chimie qu'en physique. Cela suppose que l'affinité didactique et disciplinaire « chimie » s'exprime dans ses discussions du fait que Philippe a beaucoup plus de connaissances en chimie qu'en physique.

A travers l'analyse de l'entretien auto-confrontation, nous avons repéré une nouvelle interaction entre Philippe et un professeur de la même classe, non mentionnée dans la RSIC. En effet, Philippe déclare que les élèves ont un problème concernant la proportion[119] « les Mathématiques, soit j'identifie le problème et après j'en parle au café avec le collègue de Mathématiques, voilà la difficulté que j'ai eue. Ou après, je sais que pour une correction d'exercice sur un autre thème je dis ah, rappelez-vous (les élèves), vous avez eu un problème là, donc je peux en reparler. Voilà c'est… je vais peut-être en reparler immédiatement mais c'est peut-être après euh…généralement, ce que j'aime bien faire, c'est en discuter avec mon collègue de maths. Le matin, quand on prend le café, on se passe des informations » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 84). Il essaie dans son enseignement de rappeler aux élèves qu'on peut trouver des concepts communs avec l'enseignement d'autres disciplines mais avec des interprétations différentes « […] Une notion qui est vue en mathématiques, c'est bien d'en parler parce qu'ils ont un problème. Et [00 :30 :19] vous avez vu peut-être ça en histoire. Faire des liens entre les matières, c'est intéressant. Par exemple quand on parle de la fréquence, ils l'ont vue en SVT, ils ont vu… Pas la même signification aussi en histoire, en mathématiques, même dans la vie quotidienne on a donc des définitions très différentes et pour qu'ils arrivent bien à se retrouver euh […] » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 112).

Son affinité didactique faible en physique le conduit à des interactions avec son collègue en mathématiques pour questionner les difficultés des élèves mathématiques que les élèves rencontrent dans le cours de physique. Comme il aime moins la physique et son enseignement à cause les mathématiques, il semble qu'il soit moins capable de gérer les difficultés de ses élèves en mathématiques.

Synthèse de l'interaction de Philippe avec ses collègues

L'analyse de l'entretien précédant l'observation de classe et de la RSIC, croisée avec ce que Philippe dit après avoir dessiné ce schéma donne des informations sur les interactions de Philippe au sein de deux institutions, son établissement et SESAMES. Il apparaît, dans un premier lieu, une forte interaction entre Philippe et ses collègues de SPC de formation plutôt « physique » au sein de son établissement. L'objet de ces interactions est orienté par l'affinité didactique et disciplinaire « chimie » de Philippe : son apport porte sur des réflexions concernant l'enseignement de la chimie, surtout en terminale S pour les nouveaux thèmes. Dans un second lieu, il apparaît des interactions fortes avec les collègues du groupe SESAMES. Grâce aux discussions avec deux collègues, ses connaissances en physique augmentent. Et il partage ses connaissances afin de construire des nouvelles ressources pour la classe de seconde. Par ailleurs, son affinité didactique « chimie » le conduit à des

[119] Avant l'enseignement du spectre en seconde, Philippe a enseigne la réflexion de la lumière où des lois s'appuient sur la proportionnalité comme les lois de Snell-Descartes.

interactions avec son collègue en mathématiques sur les difficultés des élèves en mathématiques dans l'enseignement de la physique.

5.2.3 Affinité et travail documentaire, focus sur le spectre

Il s'agit dans cette partie d'analyser un document orienté : la conception d'une ressource fille orientée et sa mise en œuvre en classe. Nous présentons d'abord l'analyse des ressources mères utilisées par Philippe, et plus particulièrement les ressources mères structurantes concernant l'enseignement du spectre en seconde. Nous analysons ensuite le processus de conception de la ressource fille et sa mise en œuvre.

Les ressources mères mobilisées, et les ressources mères structurantes (description et analyse)

Nous présentons les ressources mères que Philippe déclare pour l'enseignement du spectre et nous décrivons et analysons une ressource mère structurante en physique. Nous exploitons dans cette perspective les deux entretiens, général et précédant l'observation de classe (voir les thèmes « système de ressource » et « ressources mères structurantes » dans la partie § 3.6.3) ainsi que l'analyse de la RSSR (§ 5.2.1) et la RSIC (§ 5.2.2).

Pour l'enseignement du spectre, Philippe s'appuie sur le programme (BO, seconde 2010) pour repérer les *compétences exigibles* (voir la section suivante) à acquérir par les élèves. Il a recourt à l'Internet pour s'inspirer des travaux expérimentaux et explorer des images correspondantes à des spectres. Pour concevoir et organiser cet enseignement, Philippe a recourt essentiellement à une ressource mère : les interactions avec les collègues du groupe SESAMES et leur ressources « modèle et activité » (annexe 12.2).

A travers l'analyse de l'entretien général et de la RSIC de Philippe (§ 5.2.2 & 5.2.1), nous avons repéré que les interactions de Philippe avec des collègues du groupe SESAMES (ce sont aussi, pour certains, des collègues au sein de son établissement) et leurs ressources ont développé ses connaissances en physique : ses collègues ont des connaissances solides en physique et ils partagent leurs connaissances en physique avec lui. Cela stimule en particulier son intérêt pour la physique et donc pour l'enseignement de la physique.

L'analyse de la RSSR (§ 5.2.1) montre que Philippe a plusieurs ressources qu'il combine pour produire la ressource fille. La structure de la ressource fille produite par Philippe prend la forme du modèle de ressource SESAMES « modèle et activité ». Dans la suite, nous allons présenter la structure de ressources du groupe SESAMES concernant l'enseignement du spectre en seconde et analysons le contenu selon l'analyse praxéologique (§ 2.2.2).

Le groupe SESAMES qui alimente le site Pégase (§ 5.2.1) propose deux chapitres (3 et 4)[120] à télécharger sous forme Word dans le thème de l'Univers en classe de seconde, qui sont en relation avec l'enseignement du spectre. Le chapitre 3 contient six pages (annexe 12.2) « activités » et « modèle ». La première page commence par une activité sur « ce que nous apprend la lumière émise par les étoiles ». La deuxième et troisième page évoquent deux activités : « activité 1 : première utilisations d'un spectroscope » et « activité 2 (version

[120] http://pegase.ens-lyon.fr/theme.php?rubrique=1&id_theme=55

longue) – Dans la peau de Newton : une prévision sur le rôle du prisme ». Dans la quatrième page, il y a une « activité 2 (version courte) – une prévision sur le rôle du prisme ». La cinquième et sixième page concernent la partie théorique « modèle » concernant « nature et caractéristiques de la lumière », « dispersion de la lumière : obtention de la lumière », « couleurs d'un spectre et couleurs d'un objet ».

Dans la deuxième page du chapitre 3 du groupe SESAMES, nous repérons dans l'activité 1 « première utilisation d'un spectroscope » (voir annexe 12.2) une tâche que nous appelons $t_{1,SESAMES}$: « observer le spectre de la lumière du jour et la lumière de la salle ». La technique proposée que nous appelons $\tau_{1,SESAMES}$ est l'utilisation d'un spectroscope. Nous repérons la technologie $\theta_{1,SESAMES}$ du *modèle* de ce chapitre, le spectroscope contient un prisme qui permet de séparer les différents couleurs d'une lumière polychromatique (elle est constituée de plusieurs ondes de fréquences différentes) : il disperse la lumière. Ensuite, la théorie $\Theta_{1,SESAMES}$ est : « la figure sur un écran s'appelle un spectre (ou nous utilisons la spectroscopie) qui est obtenu à partir d'une lumière qui comprend toutes les ondes du domaine visible ». Il existe ensuite dans l'activité 2 « (version longue – Dans la peau de Newton : une prévision sur le rôle du prisme » un texte d'histoire de sciences concernant l'expérience de Newton. Nous repérons donc le deuxième tâche $t_{2,SESAMES}$: disperser la lumière du jour. La technique $\tau_{2,SESAMES}$ est l'utilisation du prisme de verre. La technologie $\theta_{2,SESAMES}$ soutenant cette technique est : le prisme permet de séparer les différents couleurs d'une lumière polychromatique. Ensuite, la théorie $\Theta_{2,SESAMES}$ est la même théorie $\Theta_{1,SESAMES}$.

Par ailleurs, le chapitre 4 contient six pages (annexe 12.2) « activités » et « modèle ». L'activité 1 « lumière émise par un corps chauffé » se trouve dans la première page, l'activité 2 « spectres de différents lampes » se situe dans la première et deuxième page, l'activité 3 « détermination de la composition d'une étoile à l'aide de son spectre » est dans la deuxième page, et « document-structure de notre soleil » se situe dans la page 3. Dans la partie « modèle », il y a trois pages concernant « définition d'un spectre ; différents types de spectre ; spectres continus d'émission – lumière émise par un solide ou un liquide chauffé ; spectre de raies d'absorption ; spectre de la lumière d'une étoile ».

Dans la partie « modèle des spectres, application à l'astrophysique », nous repérons des définitions pour les différents types de spectres et des figures qui présentent schématiquement des techniques d'obtention. Les définitions de différents types des spectres concernent « spectre continu d'émission, spectre de raies d'émission, spectre de raies d'absorption, spectres de la lumière d'une étoile ». Ces définitions proposent des éléments de technologie pour expliquer l'obtention d'un tel spectre ainsi que de distinguer les types du spectre. Les figures proposées sont : présentation de la technique de dispersion de la lumière « source de lumière, prisme dans un spectroscope, écran » et l'image des spectres d'un solide à une température de plus en plus élevée, présentation de la technique de la lumière blanche qui passe dans un gaz d'atomes « lumière blanche, gaz d'atomes, lumière, prisme dans un spectroscope, écran » et l'image du spectre des raies d'absorption et du spectre des raies d'émission, et figures qui présentent « spectre de la lumière émise par l'étoile à sa surface, spectre de la lumière quittant l'étoile, spectre de la lumière avant de traverser l'atmosphère terrestre, spectre de la lumière arrivant sur terre ».

Par rapport à la partie « analyse spectrale de la lumière provenant des étoiles » du chapitre 4 (annexe 12.2), il y a trois activités et un texte sur la structure du soleil :

- Dans l'activité 1 de ressources du groupe SESAMES, la tâche $t_{3,SESAMES}$ est : étudier le spectre de la lumière émise par une ampoule à incandescence. Il existe une tâche pour les élèves : prévoir ce qu'on observe lorsque l'on augmente l'intensité du courant qui traverse la lampe. La technique proposée $\tau_{3,SESAMES}$ est ensuite expérimentée comme la technique $\tau_{1,SESAMES}$: utiliser le spectroscope pour comparer la couleur du filament lorsque la lampe brille peu et fortement. La technologie $\theta_{3,SESAMES}$ contient deux sous-technologies : la première spécifique à l'utilisation d'un spectroscope $\theta_{3,1,SESAMES} = \theta_{1,SESAMES}$; la deuxième concerne $\theta_{3,2,SESAMES}$: plus la température est élevée, plus le spectre de la lumière émise s'enrichit en ondes de faibles longueurs d'ondes (correspondant au bleu). Dans la partie B de cet activité 1, la tâche est de trouver la température des étoiles par rapport à ces couleurs (Rigel : bleutée ; Bételgeuse : rouge ; Procyon : blanche ; Soleil : jaune). Pour faire des liens la température des étoiles et leurs couleurs, ici, la technique est en lien avec la technique précédente c'est-à-dire l'observation du spectre d'une lampe à incandescence lorsque l'on augmente et diminue l'intensité du courant qui la traverse. La technologie est toujours la même, que nous avons déjà citée $\theta_{3,1,SESAMES}$ et $\theta_{3,2,SESAMES}$;

- L'activité 2 concerne l'observation de différents types de spectres d'émission de différentes lampes. Donc, la tâche $t_{4,SESAMES}$ est : distinguer entre les spectres des lampes. La technique proposée est composée de deux parties : la première partie $\tau_{4,1,SESAMES}$ concerne l'observation de la lumière émise par différentes lampes spectrales (néon, à vapeur de mercure, à vapeur de sodium, à dihydrogène), à l'œil nu ; la deuxième partie $\tau_{4,2,SESAMES}$ spécifique à l'observation de spectres de ces lampes à l'aide d'un spectroscope ou d'un réseau. La technologie $\theta_{4,SESAMES}$ est composée de trois sous-technologies. La première $\theta_{4,1,SESAMES}$ justifie l'utilisation d'une lampe spectrale : elle contient une ampoule de verre qui contient un gaz d'atomes à faible pression (cela existe dans l'introduction de cette activité) ; ce gaz est porté à haute température par des décharges électriques et émet de la lumière, que l'on peut également analyser avec un spectroscope. La deuxième $\theta_{4,2,SESAMES} = \theta_{1,SESAMES}$ concerne l'utilisation d'un spectroscope. La troisième $\theta_{4,3,SESAMES}$ concerne l'observation des raies dans le spectre d'émission : un gaz porté à haute température émet une lumière dont le spectre est discontinu : c'est un spectre de raies. Seules quelques ondes sont présentes. Les longueurs d'onde caractérisant ces ondes dépendent de la composition de ce gaz ;

- L'activité 3 est spécifique de la tâche $t_{5,SESAMES}$. Il s'agit de déterminer la composition d'une étoile (étoile de Deneb) à l'aide de son spectre. La technique proposée est d'utiliser un simulateur d'« analyse spectrale » : l'écran de droite représente une zone du ciel visible en été, appelée « le triangle d'été » ; rechercher l'étoile Deneb et cliquer dessus, son spectre apparaît alors ; ensuite, déterminer les atomes présents à la surface de l'étoile, en comparant le spectre de Deneb avec les spectres d'émission des atomes proposés par le simulateur. La technologie est tirée du modèle : *les spectres de raies d'émission et d'absorption sont caractéristiques de la nature des atomes et des ions et constituent leur signature.*

Nous avons analysé la praxéologie d'une ressource mère. Cette ressource est construite par le groupe SESAMES. Les interactions de Philippe avec ce groupe lui permettent d'un côté d'augmenter ses connaissances faible en physique du fait de son parcours chimiste et de

l'autre côté d'utiliser les ressources de ce groupe pour construire une ressource fille pour l'enseignement du spectre. Il semble que les discussions avec ce groupe et ses ressources constituent une ressource mère structurante en physique.

La ressource fille construite par Philippe contient dix pages (annexe 12.1). La page 1 concerne la partie « modèle », et les pages 2, 3, 4, 5, 6, 7 sont spécifiques aux activités. La page 8 contient les spectres que Philippe a faits. Les pages 9 et 10 contiennent des exercices. Nous analysons le contenu de cette ressource dans la partie suivante. Dans cette ressource, nous précisons les *activités* provenant du groupe SESAMES en soulignant les adaptations de Philippe (les éléments qui apparaissent, disparaissent, ou sont transformés). Dans la suite, nous présentons le rôle des interactions de Philippe avec les collègues du groupe SESMAMES qui ont constitué cette ressource mère.

Le processus de conception de la ressource fille et son résultat, description et analyse

Nous présentons le processus de conception de la ressource fille (annexe 12.1) pour l'enseignement du spectre. Nous analysons ensuite son contenu du point de vue praxéologique. Pour mener cette analyse, nous exploitons l'entretien général (annexe 11.1) et l'entretien précédant l'observation de la ressource fille orientée en classe (EPOC) (annexe 11.2), l'entretien auto-confrontation (annexe 11.3), les ressources du groupe SESAMES concernant l'enseignement du spectre (annexe 12.2) et les ressources de Philippe (annexe 12.1). Nous ne procédons pas à l'analyse des extraits du journal de bord car Philippe ne garde pas la trace de ses activités au cours de la préparation et la mise en œuvre de l'enseignement du spectre.

Conception de la ressource fille

Nous présentons ici la conception par Philippe d'une ressource fille pour l'enseignement du spectre (annexe 12.1), ressource que nous considérons orientée par son affinité disciplinaire et didactique « chimie ».

Nous avons comparé les ressources que nous avons reçues de Philippe pour l'enseignement du spectre (annexe 12.1) et les ressources du groupe SESAMES (annexe 12.2). Nous avons trouvé des différences dans la structure et dans certains contenus. A travers l'entretien précédant l'observation de classe, nous avons repéré par exemple que Philippe a ajouté des images sur les ressources du groupe SESAMES concernant des spectres de raies d'émission.

Philippe considère qu'il y a des ressources qu'il appelle « expérimentales », c'est-à-dire des matériels utilisés dans les activités expérimentales, comme par exemple : le spectroscope dans l'enseignement du spectre (une boîte en carton, un réseau, une fente pour voir, une échelle de graduation entre 400 nm et 800 nm, une fente pour laisser passer la lumière) (annexe 12.3). Il a ainsi effectué certaines activités expérimentales pour obtenir des spectres de différents types. L'objectif était de mettre les spectres obtenus expérimentalement sous forme d'images dans les ressources du groupe SESAMES (annexe 12.1 voir les spectres expérimentaux) « Euh… les plus utilisées, celles que l'on va utiliser, c'est pratiquement celles que l'on va… Ça va être les ressources… Est-ce qu'une ressource expérimentale est une ressource ? C'est-à-dire que les spectres qui vont… C'est une question que je pose, c'est… Est-ce que… Alors,

les… Certains spectres que je vais donner, ce sont les spectres que j'ai fait moi-même » (EPOC, annexe 11.2, phrase 148) et « Alors soit… Je ne sais pas encore comment je vais faire cette année. Soit je vais les imprimer ou soit, à la rigueur, je vais leur demander de reproduire » (EPOC, annexe 11.2, phrase 156).

Il ne prévoit pas l'utilisation de la démarche d'investigation dans l'enseignement du spectre. En classe de seconde, il privilégie la mise en œuvre de cette démarche plutôt en physique qu'en chimie car, selon lui, les élèves doivent avoir des connaissances sur les différents matériels chimiques (bécher, ballon, réfrigérant, chauffe-ballon). Il faut prendre aussi des précautions pour ne pas faire une manipulation fausse. Pour lui, faire la démarche d'investigation en physique est plus facile en physique à travers les matériels et les expériences réalisables : « Parce que les études sont peut-être plus faciles, plus facilement réalisables. Par exemple, par rapport aux ondes, on travaille avec des ultrasons et puis on leur demande de montrer que ce matériau-là transmet des ondes, des ultrasons. On n'a pas trahi le… À eux d'imaginer ce qu'il faut faire pour montrer qu'il y a transmission ou réflexion. Donc, le matériel il est présent, ils l'ont déjà utilisé une fois. Après c'est… Il suffit de le passer de l'autre côté ou à côté pour… Récepteur et émetteur l'un à côté de l'autre ou l'un en face de l'autre, pour montrer qu'il y a réflexion et absorption. Donc voilà, c'est des cas qui sont plus faciles. […] » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 137). Ce qui est important pour Philippe dans la démarche d'investigation c'est son caractère expérimental (manipulations, matériels). Il faut que les élèves maîtrisent l'utilisation des matériels. En terminale, c'est l'aboutissement de cette démarche. A ce niveau, il développe ce type de démarche plutôt en chimie parce que les élèves maîtrisent les matériels.

Selon Philippe, les élèves ont des tâches précises dans l'enseignement du spectre : observer les spectres de sources lumineuses à l'aide d'un spectroscope ; reproduire sur leur ressources l'image de ce qu'ils voient via le spectroscope. La *principale* ressource pour faire travailler les élèves est d'ailleurs une ressource « expérimentale » : « Les activités c'est ceci, par exemple, regarde. Voilà, par exemple c'est ici, attention, voilà. C'est viser directement le soleil, il y a une lampe fluo-compacte ou un néon avec le spectroscope, observer, reproduire. Donc là, ils ont les activités, ils doivent reproduire ce qu'ils ont vu et ainsi de suite. Les chiffres indiquent en fait le… C'est… C'est 400 nanomètres à 800 nanomètres, c'est pour les longueurs d'ondes et dans le chapitre on parle… Dans le modèle on parle des longueurs d'ondes » (EPOC, annexe 11.2, phrase 284). Dans l'enseignement de la spectrophotométrie en première S, il indique qu'il donne ses élèves le spectre d'absorbance du sirop de menthe qui est l'étude de relation entre l'absorbance d'une solution colorée et la longueur d'onde ($A=f(\lambda)$) car il existe un seul spectrophotomètre (un instrument qui permet d'étudier la relation précédente) dans la salle de TP mais dans l'enseignement du spectre en seconde, chaque groupe d'élève a un spectroscope en carton.

En outre, comme nous venons de le montrer, Philippe s'appuie sur le BO pour repérer les compétences demandées aux élèves. En effet, pour l'enseignement du spectre, Philippe précise qu'il ajoute une partie à ses ressources concernant la structure des étoiles et il a supprimé l'étude du spectre d'absorption en solution. Ces deux modifications correspondent aux prescriptions du nouveau programme (BO seconde, 2010).

Résultat d'une interaction entre l'affinité disciplinaire et didactique « chimie » de Philippe et les ressources

Nous présentons dans cette partie la structure de la ressource fille (annexe 12.1) en questionnant la praxéologie disciplinaire et didactique dont elle relève (voir la méthodologie d'analyse de la ressource fille orientée dans la partie § 3.6.3).

Dans la première page, la ressource présente d'abord, *d'un point de vue de la physique,* des définitions pour un spectre : un spectre contenu d'émission, un spectre de raies d'émission ou un spectre d'absorption (annexe 12.1 voir modèle). Ces définitions servent à repérer des éléments praxéologiques disciplinaires comme technologies et théorie (voir le lien avec l'affinité de Philippe (cf. p. 260-261)). Donc, cela complète la partie praxis (tâche et technique) par la partie logos (technologie et théorie). Ensuite, le chapitre commence par des titres correspondant à ce que le nouveau programme préconise : « thème univers » et « partie : les étoiles » et « chapitre 5 spectre : source d'information sur les étoiles ». Les compétences exigibles du programme sont aussi présentées dans un tableau et en relation avec les activités à faire en classe (annexe 12.1 : compétence et activité1). Nous allons présenter et analyser la structure de chaque activité dans la ressource fille. Nous nous attachons à l'analyse praxéologique didactique et disciplinaire, en reformulant en termes de tâches et techniques les activités. Nous inférons ensuite les technologies et la théorie de la partie « modèle » qui est présentée.

Analyse de l'activité 1

Nous présentons ici l'analyse praxéologique pour examiner de manière générale les différents spectres (annexe 12.1 : voir activité 1 et suite de l'activité 1). Nous analysons ensuite deux cas particuliers afin d'observer des spectres spécifiques. Cette activité existe dans les ressources du groupe SESAMES (annexe 12.2 : voir activité 1 dans le chapitre 3) mais Philippe l'a modifiée et adaptée :

Nous repérons d'abord le type de tâche générique : T_1 : examiner les différents types des spectres provenant de différents types de lumière. Nous ne précisions pas ici le type de lumière car nous parlons de manière générale. La technique proposée τ_1 s'appuie sur des objets ostensifs gestuels (τ_1 = *viser directement* chaque *source lumineuse* avec *le spectroscope, observer, reproduire* ce qu'on a vu).

La technologie θ_1 se trouve en plusieurs phrases dans la partie « modèle ». D'une part, elle justifie l'utilisation expérimentale d'un spectroscope $\theta_{1,1}$: *les dispositifs qui ont pour but de disperser la lumière sont des spectroscopes (ils contiennent le plus souvent un prisme ou un réseau).* D'autre part, elle justifie le type de spectre observé $\theta_{1,2}$ qui sont en relation avec les concepts (spectres continus d'émission, spectres de raies d'émission, spectres d'absorption). Celle-ci contient ainsi trois sous-technologies $\theta_{1,2} = \{ \theta_{1,2,1} ; \theta_{1,2,2} ; \theta_{1,2,3}\}$:

- $\theta_{1,2,1}$: « un gaz sous pression élevée, un solide ou un liquide émet de la lumière visible. Le spectre de cette lumière est continu. Le domaine de longueurs d'onde de ces ondes dépend de la température du corps » ;

- $\theta_{1,2,2}$: « un gaz, lorsqu'il est excité électriquement, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde caractéristiques de la composition de ce gaz. Le spectre de la

lumière émise présente des raies d'émission. On dit que ce spectre est discontinu ou que c'est un spectre de raies » ;

- $\theta_{1,2,3}$: un gaz froid, à basse pression, éclairé par une source de rayonnement continu, absorbe certaines ondes, produisant ainsi dans le spectre des raies d'absorption : des raies noires sur un spectre continu : c'est un spectre de raies d'absorption.

La théorie ici est relative aux spectroscopies Θ_1 : « l'image (recueillie sur un écran ou observée à l'aide d'un instrument) lors d'une expérience de dispersion de la lumière se nomme un spectre. Le même mot sert donc pour nommer cette image et pour définir l'ensemble des ondes qui compose la lumière dispersée ».

Par ailleurs, pour des sources lumineuses précises, nous repérons dans l'activité 1 (annexe 12.1) que le type de tâche T_1 est composé de deux tâches particulières t_1 et t_2. Nous analysons d'abord la tâche t_1 : examiner les spectres provenant de deux types de lumières : *soleil et une lampe fluo-compacte ou un néon*. La technique proposée τ_1 est composée : *viser directement le soleil et une lampe fluo-compacte ou un néon avec le spectroscope, observer.* Il existe une tâche pour les élèves : *reproduire* ce qu'on a vu ; il existe à cet effet, sur la feuille de l'activité 1, deux rectangles pour que les élèves dessinent les spectres vus, décrivent chacun des deux spectres, formulent une hypothèse pour répondre à la question pourquoi observer deux spectres différents. Il y a ainsi une place pour que les élèves réfléchissent à la raison d'avoir deux spectres : les élèves doivent d'abord construire la technologie par eux-mêmes.

Pour vérifier cette hypothèse émise, la tâche t_2 est proposée dans l'activité 1 (suite) (voir annexe 12.1) : examiner le spectre d'une lampe à filament et celui d'une flamme (bec bunsen ou d'une bougie). Nous repérons que la technique proposée contient les éléments suivants : *viser directement une lampe à filament et une flamme (bec bunsen ou d'une bougie) à l'aide d'un spectroscope.* Après il existe une tâche pour les élèves : *commenter les deux nouveaux spectres, conclure sur la différence entre ces quatre sources de lumière*.

Les technologies de ces deux tâches correspondent à la technologie déjà citée θ_1 ainsi qu'a la théorie Θ_1.

Analyse de l'activité 2

Nous analysons ici l'activité 2 (annexe 12.1 : activité 2 contient deux parties A et B) qui est en relation avec la lumière émise par un corps chauffé. Celle-ci contient deux parties A et B. La partie A concerne l'obtention des spectres d'une ampoule à incandescence et la partie B spécifique aux relations entre la température et les couleurs des étoiles. Cette activité existe dans les ressources du groupe SESAMES mais Philippe l'a modifiée et adaptée :

- Par rapport à la partie A, nous repérons qu'il existe un type de tâche générique T_3 : étudier les relations entre la température d'une source lumineuse (corps chauffé) et la couleur du spectre. La tâche t_3 qui appartient au type de tâche T_3 : étudier les relations entre la température d'une ampoule à incandescence et le spectre obtenu de cette source.

Il apparaît dans cette partie une technique didactique[121] : l'enseignant doit demander aux élèves de « *prévoir* ce qu'on va observer lorsque l'on augmente l'intensité du courant qui traverse la lampe en termes de couleur de la lumière et en termes de spectre de la lumière

[121] La technique didactique peut contenir des tâches pour les élèves.

émise. Compléter alors la partie prévision du tableau de prévisions ». Donc, les élèves doivent réfléchir sur les couleurs et les spectres prévus pour une lampe qui brille peu et pour une lampe qui brille fortement.

L'activité 2 propose un texte précédant cette tâche, qui explique les relations entre les couleurs et l'intensité d'une ampoule à filament : « plus l'intensité du courant est importante, plus le filament de lampe s'échauffe ». Pour vérifier les prévisions des élèves, la technique proposée dans l'activité 2-A est expérimentale τ_3 (ostensif *gestuel*) : « observer avec le spectroscope du filament de la lampe avec des différents intensités pour vérifier les prévisions, compléter alors la partie observation si nécessaire, en déduire l'influence de la température sur le spectre de la lumière émise ».

La technologie θ_3 contient deux sous-technologies dans la partie « modèle ». $\theta_{3,1}$: plus la température est élevée, plus le spectre de la lumière émise s'enrichit ou/et se décale vers les faibles longueurs d'ondes (ondes perçues bleues) ; $\theta_{3,1} = \theta_{1,1}$: la technologie d'utilisation d'un spectroscope. La théorie est toujours relative aux spectres Θ_1 ;

- Quant à la partie B concerne de faire des liens entre le spectre et l'univers, la technique didactique repérée contient : l'enseignant doit demander la couleur d'une étoile lorsqu'on l'observe à l'œil nu ; les élèves doivent faire la liste des propriétés qui distingue une étoile d'une autre. En outre, il existe une tâche t_4 qui demande à faire une liaison entre la couleur d'une étoile qu'on voit et sa température qu'on ne sait pas.

Analyse de l'activité 3 et 4 et 5

Nous présentons l'analyse praxéologique de trois activités 3 et 4 et 5 car elles se complètent.

L'activité 3 (annexe 12.1 voir activité 3) est spécifique au repérage d'un élément chimique dans une lampe de fluo-compacte. Donc, la tâche t_5 est : trouver l'élément chimique qui existe dans une lampe de fluo-compacte. La technique proposée s'appuie sur l'utilisation des lampes spectrales contenant des gaz des éléments chimiques connus comme par exemple : lampe à vapeur de dihydrogène, lampe à vapeur de sodium, lampe à vapeur de mercure. En effet, la technique (ostensif) est :

- observer à l'œil nu la lumière émise par différentes lampes (à vapeur de dihydrogène, à vapeur de sodium, à vapeur de mercure, fluo-compacte) ;

- observer à travers le spectroscope à réseau, la lumière émise par chacune des lampes.

Il apparaît ensuite une technique didactique : l'enseignant doit demander aux élèves de dessiner avec des crayons de couleurs les spectres des lumières émises par les lampes en remplissant un tableau. Dans l'activité, il propose de se référer au modèle.

La technologie contient plusieurs sous-technologies car il faut comprendre l'utilisation des lampes spectrales différentes, l'utilisation d'un spectroscope, l'observation de différents spectres et les dessiner, $\theta_5 = \{ \theta_{5,1} ; \theta_{5,2} ; \theta_{5,3} \}$:

- $\theta_{5,1}$: une lampe spectrale contient une ampoule de verre qui contient un gaz d'atomes à faible pression. Suite à des décharges électriques, les atomes de ce gaz émettent de la lumière, que l'on peut également analyser avec un spectroscope ;

- la technologie $\theta_{5,2}$ est la même technologie $\theta_{1,1}$: *les dispositifs qui ont pour but de disperser la lumière sont des spectroscopes (ils contiennent le plus souvent un prisme ou un réseau)* ;

- la technologie $\theta_{5,3}$ est la même $\theta_{1,2,2}$: un gaz, lorsqu'il est excité électriquement, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde caractéristiques de la composition de ce gaz. La théorie est toujours la même Θ_1.

L'activité 4 (annexe 12.1) propose la tâche t_6 qui concerne la comparaison entre un spectre d'émission de raie et un spectre d'absorption. Dans cette activité, la technique est : observer la différence entre deux figures concernant le spectre de la vapeur de dihydrogène et le modèle du spectre du soleil ; déduire que les atomes dihydrogène sont présents dans l'atmosphère du soleil.

La technologie disciplinaire est composée de trois parties (deux concernent le type de spectre et une partie nouvelle) :

- $\theta_{6,1} = \theta_{1,2,2}$: « un gaz, lorsqu'il est excité électriquement, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde caractéristiques de la composition de ce gaz. Le spectre de la lumière émise présente des raies d'émission. On dit que ce spectre est discontinu ou que c'est un spectre de raies » ;

- $\theta_{6,2} = \theta_{1,2,3}$: « un gaz froid, à basse pression, éclairé par une source de rayonnement continu, absorbe certaines ondes, produisant ainsi dans le spectre des raies d'absorption : des raies noires sur un spectre continu : c'est un spectre de raies d'absorption ».

- $\theta_{6,3}$: « les ondes absorbées par un gaz d'atomes (ou à de rares exception de molécules) sont toujours exactement les mêmes que celles que ce même gaz peut émettre ».

La théorie Θ_6 est toujours la même Θ_1.

L'activité 5, elle est composée de deux parties A et B. La partie A (annexe 12.1) est en relation avec l'activité 4 car elle propose la tâche t_7 : déterminer la composition chimique de l'étoile Deneb. La technique proposée est l'utilisation d'un simulateur « analyse spectrale ». La page d'ouverture de ce simulateur contient deux parties : la partie droite concerne les étoiles « on peut choisir soit Deneb soit Vega » ; la partie gauche comporte en haut des cases correspondantes aux éléments chimiques « hydrogène, titane, sodium, argon, calcium, mercure, lithium, fer » et en bas une bande noire (quand on clique sur une case, cela donne des raies colorées en fonction de l'élément chimique) et le spectre de dispersion de la lumière du jour. Quand on choisit une étoile, le spectre de la lumière du jour devient un spectre de raies d'absorption du fait d'absorption des éléments chimiques des longueurs d'onde de la lumière.

Les élèves ont la tâche de trouver les éléments chimiques qui existent dans le spectre de raies d'absorption de l'étoile Deneb. Quand on clique sur une case concernant tel ou tel élément chimique, cela donne le spectre de raie de cet élément. Il apparaît donc des raies colorées dans la bande noire. Le travail proposé sur le simulateur « analyse-spectrale » est : « rechercher l'étoile Deneb et cliquer dessus. Son spectre apparait. Utiliser ensuite les fonctionnalités du logiciel pour déterminer quels éléments chimiques, parmi ceux proposés, composent les couches externes de Deneb ». La technologie est la même $\theta_{6,3}$: « les ondes absorbées par un gaz d'atomes (ou à de rares exception de molécules) sont toujours exactement les mêmes que celles que ce même gaz peut émettre ». La théorie Θ_7 est toujours la même Θ_1.

De plus, la partie B de l'activité 5 (annexe 12.1) contient deux textes sur la composition du soleil (une étoile de type naine jaune, composée de dihydrogène 74% de la masse et d'hélium

24% de la masse) ainsi que sur la structure du soleil (le noyau, la zone de radiation et de convection, la photosphère, la chromosphère). Ces textes sont en relation avec le nouveau programme (BO, seconde 2010). Ce sont des éléments technologiques pour expliquer le spectre de raies d'absorption. Ils expliquent que le spectre du soleil sera un spectre de raies d'absorption car la *photosphère* permet d'obtenir le spectre contenu où la couche de matière émet la lumière blanche. Dans la *chromosphère*, les ions et les atomes dans la photosphère absorbe des longueurs d'onde correspondantes aux longueurs d'ondes de ses émissions.

Par ailleurs, une page contenant des spectres obtenus expérimentalement (voir annexe 12.1) est intégrée après l'activité 5 proposant les spectres d'une lampe à vapeur de dihydrogène, d'une lampe à vapeur de sodium, d'une lampe de mercure et d'une lampe fluo-compacte. Ce sont les spectres que Philippe a ajoutés aux ressources du groupe SESAMES. Cela correspond à ce que Philippe a déjà déclaré sur l'ajout des spectres faits expérimentalement par lui-même. Les éléments chimiques sont connus dans les lampes sauf dans la lampe fluo-compacte. Rappelons qu'avant (§ 5.2.1) Philippe déclare qu'il peut faire des liens entre les thèmes en enseignement de la chimie. Philippe utilise ces spectres comme un moyen pour identifier les éléments chimiques en comparant les raies dans le spectre de la lampe de fluo compact (on ne connaît pas ses compositions) et les raies dans les trois spectres (dihydrogène, mercure, sodium). Comme il a une grande maîtrise en chimie il arrive à faire des liens entre la chimie et l'enseignement du spectre (cf. p. 265-267)), il n'intègre pas toutes les informations utiles dans cette partie de la ressource fille, mais il les apporte en commentaires oraux.

Nous avons constaté des effets mutuels de l'affinité didactique « chimie » de Philippe et de la construction de la ressource fille : il sollicite ses collègues du groupe SESAMES pour des discussions en physique qui lui permettent de développer ses connaissances en physique ainsi qu'il recourt aux ressources de ce groupe pour construire la ressource fille ; il produit lui-même des spectres expérimentalement et les ajoute à la ressource fille ; la ressource principale pour ses élèves est une ressource expérimentale (le spectroscope) ; le topos des élèves dans l'enseignement du spectre concerne l'observation des spectres, et l'émission d'hypothèses. L'analyse praxéologique de la ressource fille montre que l'élément principal des techniques proposées est l'utilisation d'un spectroscope (ostensif) pour disperser la lumière émise des différentes sources. Nous considérons que la ressource produite par Philippe est une ressource fille orientée par l'affinité disciplinaire et didactique « chimie ».

La mise en œuvre de la ressource fille (description et analyse)

Nous présentions d'abord l'effet mutuel de l'affinité de Philippe et de la mise en œuvre de la ressource fille orientée. Nous analysons ensuite l'effet mutuel de l'affinité et des interactions de Philippe avec ses élèves.

Nous présentons sous chaque effet les techniques didactiques repérés dans l'activité de Philippe. Quand c'est possible, nous présentons le discours technologico-théorique qui justifie l'utilisation de telle ou telle technique didactique. Pour mener cette analyse, nous exploitons l'analyse de l'observation de classe, l'analyse de la ressource fille orientée (voir partie précédente), l'entretien général, l'entretien précédant l'observation de classe, l'entretien auto-confrontation et la représentation schématique de la praxéologie didactique qu'il a réalisée au cours de cet entretien. Nous essayons de confronter ces moments en croisant ses activités en

classe, le discours de Philippe, sa représentation schématique et ce que nous donne à voir la visite guidée de ses ressources.

Effet de l'affinité sur la mise en œuvre de la ressource fille orientée

L'analyse de l'activité enseignante de Philippe nous a amené à penser que son affinité didactique et disciplinaire forte en chimie a des impacts sur la capacité à mettre en œuvre une situation complexe, sur ses rapports aux élèves et de leurs difficultés, sur la capacité de Philippe à aborder des formes de la conscience disciplinaire pour la discipline à laquelle il a une affinité (voir la méthodologie d'analyse des séances dans la partie § 3.6.3).

Capacité de l'enseignant à mettre en œuvre une situation complexe

Nous présentons ici l'impact de l'affinité de Philippe sur la mise en œuvre d'une situation complexe. L'enseignant distribue aux élèves l'activité 2 de la ressource fille orientée (annexe 12.1) qui porte sur la lumière émise par un corps chauffé. Il demande oralement aux élèves de faire des prévisions pour savoir si la couleur de la lumière d'une lampe à filament brille peu et si la couleur d'une lampe brille fortement ainsi que de faire des prévisions sur le spectre de ces deux lampes (voir l'analyse praxéologique de cette activité dans la partie précédente).

La première technique didactique concerne l'aide aux élèves dans la réflexion sur les prévisions. En effet, Philippe pose des questions concernant la température et la dispersion de la lumière pour mettre en évidence les propriétés qui sont en lien avec ces deux lampes. Les élèves répondent à ses interrogations et l'enseignant va ensuite reformuler les réponses (tableau 48).

P	Alors de quoi vous avez besoin ? Déjà, est-ce que les deux ampoules, on sait qu'elles sont froides ou chaudes ?
E	Chaudes.
P	chaudes, ça donne une indication. Maintenant, l'autre indication par rapport aux couleurs, rappelez-vous qu'on a fait la réfraction de la dispersion, on avait décomposé la lumière grâce à quoi ?
E	À un prisme.
P	Grâce à un prisme, et qu'est-ce qu'on avait obtenu ?
E	Un dégradé.
P	On avait obtenu un dégradé, on a obtenu du bleu au rouge en dégradé. Ça, c'était pour la lumière blanche. Il y a deux points d'appui qui peuvent vous servir à faire votre prévision. Voilà, donc, vous pouvez prendre, puisque vous avez un spectre, vous pouvez soit écrire ce qu'on va obtenir, ou soit prendre quelques couleurs, et colorier.

Tableau 48. Extrait de la transcription de la séance 1 (de 00 :49:08 à 00 :50:23)

A travers cet extrait (la transcription de la séance 1 qui correspondent à cet extrait se trouve dans l'annexe 11.4), nous repérons que les questions de l'enseignant sollicitent la mémoire didactique des élèves pour faire des liens avec la tâche en jeu. L'activité 2 (annexe 12.1) propose un tableau qui concerne les prévisions. La technique s'appuie sur des ostensifs *scripturaux et graphiques.* Pour chaque lampe (brille peu et brille fortement), les élèves doivent écrire la couleur prévue dans la case correspondante et dessiner le spectre dans le

rectangle. Ensuite, l'enseignant organise la mise en commun, confrontant les prévisions des élèves, sans prendre lui-même position.

Pour questionner les prévisions des élèves, il met en œuvre une technique didactique se compose de trois moments :

- le premier moment repose sur l'ostensif gestes. Il allume les deux lampes (brille peu et brille fortement). Les élèves passent ensuite voir leurs spectres à l'aide d'un spectroscope en carton (annexe 12.3) ;

- le deuxième moment consiste en une mise en commun, à partir des réponses des élèves que Philippe sollicite. Quand la réponse des élèves est fausse, Philippe vérifie les spectres de lampes. Il donne des consignes techniques, précisant qu'il faut mettre le spectroscope au contact de la lampe. Puis, il indique qu'on voit toutes les couleurs sauf le bleu dans le spectre de la lampe qui brille peu ;

- le troisième moment repose sur la vérification que la lampe qui brille peu ne contient pas de radiation de couleur bleu et a donc la couleur jaune. Cette expérience n'est pas mentionnée, ni dans la ressource donnée aux élèves, ni dans les ressources de l'enseignant. Pour ce faire, Philippe utilise un dispositif (annexe 12.3) qui permet de disperser la lumière blanche sur le tableau en couleurs du bleu au rouge. Ensuite, il utilise une loupe qui permet de regrouper les couleurs et cela redonne la couleur blanche sur le tableau. Pour montrer que la couleur jaune de la lampe qui brille peu est due à l'absence de couleur bleu ou de radiation bleue, l'enseignant élimine la couleur bleu avant son arrivée à la loupe en utilisant une feuille. Donc, la couleur regroupée dans la loupe ne contient pas de bleu. Le résultat sur le tableau montre que les couleurs regroupées qui sortent de la loupe ont la couleur jaune (tableau 49).

P : Pourquoi la lampe est jaune : parce que toutes les radiations perçues bleus ne sont pas présentes. Pourquoi l'autre lumière paraît blanche : parce que toutes les radiations du violet, du bleu au rouge sont présentes. Donc là, normalement, c'est pour faire un petit rappel de ce que vous avez vu, on a vu que le prisme, qui est là, décompose la lumière, quand je mets ma loupe, une lentille convergente, en fait, je vais refaire ma lumière. Si j'ai toutes les couleurs, donc toutes les radiations sont présentes du rouge au bleu, orange, on aura du blanc, par contre, si les radiations bleues sont absentes, c'est du jaune et même si à la rigueur, ceux-là, à la rigueur perdent du rouge, qu'est-ce que je vais faire ? J'ai vraiment une lumière de couleur rouge parce que j'ai enlevé toutes les radiations qui sont après le rouge. Pour l'instant, là, je ne peux pas pour l'instant, j'ai le choix entre lumière blanche, et la lumière rouge – orange, mais bien sûr, j'aurais pu faire comme ceci, mais là, c'est vraiment pour faire le lien entre mon spectre, la sélection des radiations et la couleur. Ça marche ?

Tableau 49. Extrait de la transcription de la séance 1 (de 01:08 :53 à 01:10:15)

L'entretien général nous avait appris que Philippe préfère toujours la chimie parce que selon lui, elle est « une science expérimentale » (elle ressemble à « la cuisine » du fait des manipulations qu'elle implique et des transformations qu'elle réalise) et du fait ainsi qu'elle contient moins de mathématiques que la physique « Parce que c'est une science expérimentale, parce que c'était… J'aime bien aussi la cuisine donc je vois beaucoup de rapports, c'est quelque chose qui était… Que je trouvais facile et il n'y a pas beaucoup de mathématiques. […] J'ai toujours comparé la cuisine avec la chimie parce qu'il y a un mode opératoire, il y a des choses à faire … » (EG, phrases 78 et 80, annexe 11.1). Dans

l'enseignement du spectre (thème commun en physique et chimie), il semble que l'affinité didactique et disciplinaire « chimie » de Philippe l'autorise à faire une expérience qui n'est pas décrite dans ses ressources. Il s'appuie sur des ostensifs : c'est une vérification expérimentale devant les élèves pour expliquer comment on peut avoir la couleur jaune et la couleur blanc.

Rapport aux élèves

Nous analysons d'abord l'impact de l'affinité de Philippe sur sa représentation de la conscience disciplinaire chez les élèves et de leurs difficultés. Nous nous attachons ensuite à analyser le niveau de difficultés des tâches données aux élèves.

Philippe estime que la chimie a une image positive chez les élèves. Il souligne que les applications de la chimie dans la société sont en lien avec les pictogrammes dangers, la précision du PH, l'explication de l'arc en ciel. De leur côté, les élèves ont des difficultés pour comprendre le niveau microscopique « Alors, application dans la vie courante… Si, tout ce qu'il y a au niveau des dangers. C'est… Parce que l'on fait une étude sur les pictogrammes. On fait un peu sur les PH, parce qu'ils ont de temps en temps à utiliser la notion de PH notamment pour ceux qui ont des piscines. Euh… L'application immédiate ce n'est pas facile. Euh… Surtout par rapport au Spectre. Euh… C'est comprendre un tout petit peu, pourquoi on a un arc-en-ciel. C'est pas de la magie voilà, c'est montrer que rien n'est magique en fait. Tout peut s'expliquer ou tout peut… Tout à une explication. Voilà, concrètement pour les élèves, c'est difficile. Quand on leur demande de travailler sur la taille d'un atome » (EG, phrase 120, annexe 11.1). Selon lui, la physique a une image moins positive que la chimie dans la société ; il ne connait pas l'image de la physique chez ses élèves sauf qu'il voit que ceux-ci n'ont aucun goût pour les calculs mathématiques « Avec nos élèves, la physique peut paraître un peu embêtante parce qu'il y a pas mal de calculs » (EG, phrase 154, annexe 11.1).

L'analyse de la représentation schématique de la praxéologie didactique (RSPD) fait apparaître un centre au milieu du schéma (figure 31), « moi », en relation avec sept pôles : « Contrat », « Vie quotidienne », « BO », « Cahier », « Ressource », « Rôle », « Interaction ». Ils font référence à des techniques didactiques que nous allons expliciter au fur et à mesure. Philippe ne distingue pas, dans ce schéma, entre l'enseignement de la physique et celui de la chimie, mais des distinctions apparaissent à travers les commentaires qui accompagnent son dessin.

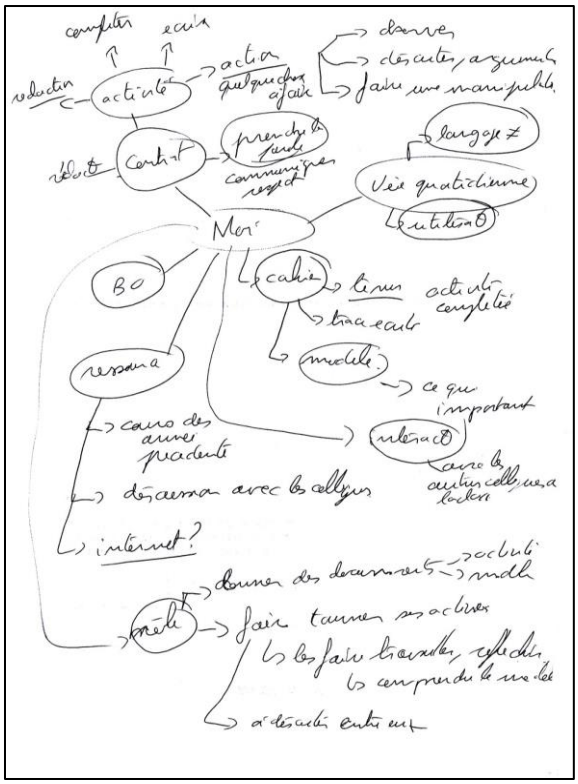


Figure 31 : RSPD de Philippe originale

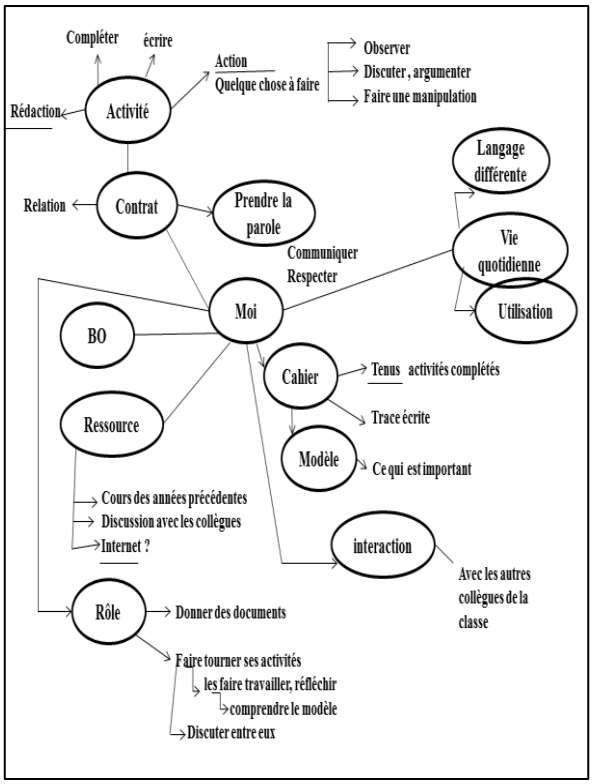


Figure 31* : RSPD mise en forme par l'auteur

Il existe un lien entre le centre « moi » et le « contrat » qui se situe en haut à gauche de la RSPD. Ce pôle apparaît primordial car c'est le premier que l'enseignant dessine. Cela veut dire que la première technique didactique en classe est la négociation d'un contrat entre l'enseignant et ses élèves. Le contrat vise, via des flèches, trois sous-pôles : « relation », « prendre la parole » et « activités ».

Etablir une relation « équilibrée » avec les élèves apparaît essentiel à Philippe qui vise un topos une réelle action conjointe entre élèves et professeurs pour soutenir l'avancée d savoir dans la classe. Le fait que les élèves prennent la parole (ce qui suppose l'aptitude à « communiquer » et une attitude de « respect ») constitue un enjeu critique « […] C'est aussi le contrat, par rapport aux élèves, c'est de… Qu'ils prennent la… de prendre la parole. Prendre la parole, communiquer et derrière, je mets respect. Euh… C'est important qu'ils puissent… Que tout le monde puisse s'exprimer sans que quelqu'un s'amuse à rire. Donc là, je suis très attentif à ça […] » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 102).

Mettre les élèves en activité apparaît aussi très important, à travers l'écriture (« rédaction », « compléter », « écrire) et « quelque chose à faire » : « observer », « argumenter », « faire une manipulation » : « Pareil mais, pratiquement, je… Donc je suis là donc les élèves en fait il y a… Je parlerais bien du contrat, parce qu'il y a un contrat entre eux et moi, c'est important, un contrat par rapport à la rédaction, un contrat sur la rédaction, sur la… Sur les activités, sur les activités qui sont à faire. Rédaction, donc les activités c'est euh… Notamment, c'est euh… On va voir s'ils ont une action ici, s'ils ont une action, s'ils ont à écrire ou à compléter » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 96). Il semble que son affinité disciplinaire et didactique « chimie » s'exprime dans les tâches données aux élèves. La majorité de ces tâches sont relatives à l'échelle macroscopique.

Nous avons repéré que l'affinité didactique faible en physique influence les tâches proposées aux élèves par Philippe. L'analyse des observations des séances met en évidence que l'enseignant donne une place importante au discours technologique : il donne des réponses rapidement à ses questions en s'appuyant sur la ressource « modèle ». L'enseignant laisse du temps pour que les élèves remplissent le tableau (l'activité 1 suite : annexe 12.1) dans lequel il s'agit de préciser la catégorie de chaque spectre observé. Pour cela, il distribue aux élèves la ressource « modèle » qui propose un discours technologico-théorique. Quand un élève donne la catégorie d'un spectre, *l'enseignant s'appuie sur la ressource « modèle » pour préciser tout de suite la technologie θ correspondante*. Si la technologie θ évoquée par l'élève est fausse, l'enseignant questionne les autres élèves. Si un élève propose une catégorie de spectre (par exemple spectre d'émission) sans appuyer cette proposition par une technologie, l'enseignant le pousse à argumenter, en disant : « c'est-à-dire… ». Philippe indique ensuite la technologie qui justifie la catégorie de chaque spectre (tableau 50) en s'appuyant sur la ressource « modèle ».

P	*(le prof montre l'activité 1 suite ; il parle à toute la classe*) Pour la lampe fluo-compacte, alors, c'est exactement la même chose que pour le néon, oui *(le prof souligne par sa main à un élève de G7 ou G8)*?
E de G7 ou G8	c'est un spectre d'absorption.
P	Spectre d'absorption, donc spectre d'absorption, on va dire ce que c'est (*le prof se dirige vers l'ordinateur et revient à la ressource : modèle. Il lit la technologie de spectre d'absorption)*. « Un gaz froid éclairé par une source de rayonnement absorbe certaines ondes produisant un spectre de raies d'absorption, des raies noires ». *(le prof pose l'interrogation suivante à toute la classe concernant le spectre de fluo compacte)* Alors, est-ce qu'on a un spectre continu ?
E de G7 ou de G8	Non.
P	En fait, ici, (*le prof conclut que le spectre de fluo compacte)* c'est un spectre de raies d'émission. *(le prof s'appuie sur le modèle)* Un gaz excité électriquement, donc on vous dit comment ça se passe, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde caractéristiques de la composition de ce gaz. Le spectre de lumière émise présente donc des raies d'émission, on dit que ce spectre est discontinu ou que c'est un spectre de raies. Un gaz excité électriquement émet une lumière dont le spectre est discontinu. Alors, donc après, pour le filament ?
E	Émission.
P	Oui, d'émission, c'est-à-dire ?...
E	(pas de réponse)
P	Un spectre continu d'émission sur le fait … alors que l'autre (la lampe fluo compacte) c'est le spectre de raies d'émission
	Problème de voir des raies noires chez une élève E2 de G2 dans le spectre de néon. Pour cela, le prof observe lui-même le spectre de néon.

Tableau 50. Extrait de la transcription de la séance 1 (de 00 :39 :56 à 00 :41 :35)

Son affinité didactique faible en physique le pousse à lire les technologies relatives aux types de spectres d'émission (contenu et de raies) et de spectre de raies d'absorption en s'appuyant sur la ressource appelée « modèle ». Cela reflète peut-être une maîtrise faible dans la discipline mineure.

Capacité de l'enseignant à aborder des formes de la conscience disciplinaire

Nous analysons ici l'impact de l'affinité de Philippe sur sa capacité à faire des liens entre les savoirs. Philippe distribue ainsi l'activité 1 (§ annexe 12.1) aux élèves qui concerne l'observation des différents types de lumière à l'aide d'un spectroscope. L'analyse des observations de classe met en évidence une technique didactique composée de cinq moments.

Le premier moment concerne la mise en évidence le matériel qui permet d'avoir des spectres des différentes lampes. En effet, Philippe montre aux élèves le spectroscope en carton contenant le prisme qui permet à la fois de disperser la lumière provenant d'une telle lampe et d'observer le spectre (la figure).

Le deuxième moment concerne la clarification orale par Philippe des procédures de l'observation (technique τ_1 dans l'activité 1 de la ressource fille) de deux sources lumineuses : la lumière du jour et la lampe fluo-compacte.

Lors du troisième moment, l'enseignant demande aux élèves d'observer la lampe à filament au lieu de la lumière jour car le soleil n'était pas levé dans la séance 1 concernant le premier demi groupe d'élèves. C'est une contrainte (séance commence à 8h en décembre. Le soleil se lève vers 9h). Autrement dit, il considère que la lumière du jour (soleil) et la lumière de la lampe à filament donne le même spectre (tableau 51). En revanche, le deuxième demi groupe d'élèves, il avait de la chance car le soleil était bien levé. Donc, l'enseignant demande au demi groupe d'élèves de sortir de la salle de TP au couloir et de viser le soleil à l'aide de leur spectroscope.

P : (*le prof parle à toute la classe*) Alors je vous ai mis les compétences requises, c'est bien, je vous ai mis aussi le plan, donc qu'on sache où on va. D'accord ? Donc on reverra les compétences exigibles…
Alors, activité 1, observation. *(le prof lit de la ressource : activité 1)* « Observation de différents types de lumières à l'aide d'un spectroscope », *(le prof montre aux élèves le spectroscope en carton)* donc je vous rappelle le spectroscope, c'est la petite boîte qu'on a ici, on a un réseau, et ici, donc on observe par ici, donc normalement, c'est la lumière du jour. Alors, qu'est-ce qu'on va observer à la lumière du jour ? On va observer une lampe, *le soleil n'est pas encore levé, contrairement à vous,* il met un peu de temps à se lever, donc on va obtenir le même type de spectre, on va travailler avec une autre lumière qu'avec le soleil.
Et aussi, on va examiner, regarder le spectre d'une lumière d'une lampe fluo-compacte. Alors, vous faites attention, pour que ça fonctionne bien, il faut brancher, et ce que vous aurez à faire, c'est toujours *pointer* le spectroscope en direction de la lumière. Je vous laisse *faire*.

Tableau 51. Extrait de la transcription de la séance 1 (de 00 :02 :25 à 00 :04 :00)

Le quatrième moment de la technique concerne l'observation par les élèves de deux lampes à l'aide de spectroscope en carton. Philippe ferme la lampe de la salle, allume la lampe à filament sur sa table et demande aux élèves d'allumer la lampe fluo compacte sur la table de

chaque groupe. Quand des élèves ont peur de viser la lumière d'une lampe à l'aide de spectroscope, l'enseignant les encourage à accrocher le spectroscope de la lampe. Pour des élèves, il y avait une difficulté parce que, dans la ressource « activité 1 », il est demandé d'observer à la fois la lumière du jour et la lumière de la lampe fluo compacte. Dans ce cas, Philippe confirme que pour la lumière du jour, c'est la lumière de la lampe à filament (tableau 52).

E de G8	la lumière du jour ?
P	Alors, *(le prof dirige sa main vers la lampe à filament)* la lumière du jour on va prendre le spectre de la lampe, vous allez voir

Tableau 52. Extrait de la transcription de la séance 1 (de 00 :05 :53 à 00 :06 :05)

L'enseignant rappelle aux élèves qu'il faut dessiner ce qu'ils observent dans la place spécifique de l'activité 1. Autrement dit, c'est une partie qui s'appuie sur la réalisation d'une partie de la technique τ_1 dans l'activité 1. Cette technique s'appuie sur des ostensifs (*gestes* et *graphique*). L'enseignant demande aux élèves d'utiliser les stylos en couleurs pour dessiner les spectres demandés et laisse du temps pour faire cela. Il passe voir ce que les élèves ont dessiné (tableau 53).

P	c'est bon, c'est fini, allô, allô ? *(le prof se dirige vers le G8)* Alors… Vous êtes quand même au courant de ce que vous observez, allez, Messieurs *(le prof se dirige vers le G5)* ! Allez ! (*le prof passe au G1, G2 rapidement pour voir ce qu'ils ont dessiné)*
E2 de G3	*(le prof se dirige vers le groupe 3 pour voir ce qu'ils ont dessiné)* Qu'est-ce qu'on écrit ?
P	Ce que vous voyez, oui. Alors…

Tableau 53. Extrait de la transcription de la séance 1 (de 00 :08 :50 à 00 :09:30)

Pendant le cinquième moment, l'enseignant réalise l'ostensif graphique sur le tableau devant les élèves c'est-à-dire la figure de deux spectres concernant les deux lampes observées (fluo compacte et à filament). Pour cela, il s'appuie sur les propositions données par ses élèves. Par rapport à la lampe à filament, il dessine des couleurs du bleu jusqu'au rouge en rappelant que c'est sous forme dégradée. Il dessine des raies (lignes) colorées dans le spectre de la lampe fluo compacte. Suite à une remarque d'un élève, il précise qu'il a vu des foncés entre les raies dans le spectre de la lampe fluo compacte, Philippe indique dans ce cas qu'il faut mettre du noir entre les raies sinon c'est faux car il n'existe pas de blanc entre elles. Un autre élève interroge l'enseignant s'il faut mettre du noir dans son dessin sur le tableau. Pour cela, l'enseignant dessine du noir entre les raies colorées (figure 32).

Figure 32: Modèle du spectre de la lampe fluo compacte (annexe 12.1 voir les spectres expérimentaux)

Lors de l'entretien précédant l'observation de classe, l'enseignant justifie l'observation et la représentation des spectres par les élèves : Philippe veut favoriser l'expression des élèves qui ont des difficultés en mathématiques, du fait qu'il n'y a pas de mathématiques dans cet enseignement du spectre « Alors, c'est une… Un chapitre de relâche parce qu'il y a *rien de calculs* à faire et donc j'attends de pouvoir remotiver les élèves par l'observation pour que certains élèves les plus en difficulté puissent au moins dire des choses, puissent s'exprimer, qu'ils fassent un tout petit peu de Physique. Parce que l'élément mathématique n'est pas là, n'est plus ce frein-là […] » (EPOC, annexe 11.2, phrase 296).

Son affinité didactique « chimie » lui permet de justifier ces relations avec les élèves qui ont des difficultés en mathématiques. Pour lui, l'absence de mathématique dans l'enseignement du spectre est une opportunité pour engager les élèves dans l'apprentissage de la discipline mineure (la physique).

Impact de l'affinité de Philippe sur les interactions avec ses élèves

Nous analysons ici deux impacts de l'affinité de Philippe sur les interactions avec ses élèves, concernant la place donnée au débat et sur le savoir enseigné orienté vers la chimie.

La place donné au débat

L'analyse des observations de classe met en évidence que les élèves observent les spectres de trois sources lumineuses : une flamme et deux lampes (à filament et fluo compacte). L'enseignant demande aux élèves de répondre aux questions dans l'activité 1 (suite) (annexe 12.1). Suite à une question par un élève sur la lampe à filament, l'enseignant institutionnalise rapidement que la flamme et la lampe à filament et la lumière du jour ont le même type de spectre.

L'enseignant demande aux élèves de réfléchir pour savoir la différence entre les spectres observés dans (l'activité 1 et l'activité 1 suite). Un élève donne une raison qui est en relation avec la chaleur de la lampe à filament ou le soleil. Philippe accepte cette explication en utilisant des concepts scientifiques, ici, la température. Le topos des élèves est rapidement limité. En effet, l'enseignant ne laisse pas beaucoup de temps pour les interactions entre lui et les élèves de classe. Il indique que la lampe à filament et le soleil sont chauds alors que la lampe fluo compacte est froide. Pour confirmer cette explication, il donne un exemple de la vie quotidienne (tableau 54).

P	Faites les activités ! Commentez. Oui, donc commenter ce spectre-là (*le prof souligne par sa main au bec Bunsen*)…
E	C'est le même que celui de la lampe.
P	c'est le même que celui du soleil ?
E1 de G2	C'est quoi lampe à filament ?
P	C'est ceci. Que j'ai une lampe à filament *(il indique la lampe sur la table de prof),* que j'ai un soleil, ou que j'ai le bec bunsen, une flamme, c'est le même spectre, donc ce n'est pas l'origine naturelle ou l'électricité qui marche. Alors qu'est-ce qu'il y a comme explication ?
E de G8	C'est pas [(00 :33 :01)] la lampe à filament et le soleil est chaud
P	Effectivement, je vous assure que ne mettez pas votre main ici parce que l'ampoule est chaude, par contre, quand vous avez à remplacer, je ne sais pas si

	vous cassez de temps en temps chez vous des lumières qui ne fonctionnent pas, quand c'est un néon ou une lampe fluo-compacte, sans problème, vous pouvez essayer de toucher l'ampoule sans risquer de vous brûler. Par contre, une ampoule à filament, une fois qu'elle a éclairé pendant cinq minutes, il faut attendre qu'elle refroidisse pour pouvoir la changer. Donc là, effectivement, c'est une question de température, donc là, toutes ces lampes-là, ça, c'est chaud, le soleil, je n'ai pas été voir, mais apparemment, c'est chaud aussi. La flamme aussi, elle est chaude, par contre, la fluo-compacte, l'une des grandes différences, c'est qu'elle est froide.

Tableau 54. Extrait de la transcription de la séance 1 (de 00 :32:25 à 00 :33 :52)

Nous avons repéré que l'enseignant ne laisse pas beaucoup de temps pour les interactions avec les élèves dans l'enseignement du spectre en seconde. A travers l'analyse de l'entretien auto-confrontation, l'enseignant justifie cela parce qu'il n'a pas beaucoup de temps « Par manque de temps. Effectivement, là j'avais suffisamment, je n'avais plus… J'avais pris un peu de retard et des fois, on est vraiment bloqué par le temps. Et voilà, c'est malheureusement euh… Ce genre d'activités qui sont des fois un peu guidé… Le mieux, il ne faut pas qu'elle soit guidé, faudrait laisser le temps mais on a un timing à respecter, on… Voilà, c'est… C'est un travers » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 43). En terminale S et pour des sujets relatifs à l'enseignement de la physique, Philippe ne laisse pas un topos important aux élèves pour s'exprimer en physique « Niveau Seconde non. Là, je n'ai aucun souci. Alors là, ça m'a euh… Peut-être au niveau terminale, je dirais peut-être au niveau qu'on fait de la… De la relativité restreinte là oui, je donne peut-être un petit moins la parole aux élèves mais au niveau de la Seconde ce n'est pas ça. Non, non, c'est vraiment le timing, c'est le… Il faut que ça avance » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 45). Philippe déclare que c'est plus facile et confortable à enseigner en chimie (§ 2.1.2) « Non. Pareil. Au niveau Terminale, je te dirais peut-être plus en chimie, je suis beaucoup plus à l'aise, j'ai un bagout plus important donc je peux plus facilement rebondir. Mais au niveau Terminale. Niveau Première S et niveau Seconde euh… Ça va, ce n'est pas… j'ai suffisamment de recul pour effectuer la même chose, pour avoir le… » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 70).

A travers cette étude de cas, l'affinité didactique et disciplinaire « chimie » de Philippe a des effets sur les interactions de l'enseignant avec les élèves selon le contenu disciplinaire et le niveau d'enseignement. Si le niveau d'enseignement est considéré avancé et le contenu est relatif à la discipline mineure, l'enseignant semble moins disposé de laisser la place aux élèves pour s'exprimer.

Le savoir enseigné pour le tirer vers la chimie

Nous analysons ici comment l'affinité de Philippe influence sur le tri et le choix de discussion vers la chimie.

L'analyse des observations de classe met en évidence que les élèves proposent des explications pour les spectres de différentes sources : soleil et lampes à filament et fluo-compact. Des élèves ont pensé que cela est en lien avec la nature de la lumière : naturelle ou artificielle. Pour cela, l'enseignant demande aux élèves d'observer le spectre de flamme (bec Bunsen[122]), la lumière de néon ou fluo compacte, la lampe à filament. L'enseignant s'appuie

[122] Un appareil de laboratoire qui produit une flamme.

dans les tâches données aux élèves sur la ressource « activité 1 suite ». Il interroge les élèves sur le sens de bec Bunsen et le lieu où ils ont utilisé ce matériel (tableau 55).

P	*[…] On va examiner* plusieurs types de sources de lumière. Alors, d'abord, on va utiliser celle-ci, donc… d'accord, une ampoule à incandescence. On va aussi utiliser le bec Bunsen, ça vous dit quelque chose ? C'est quoi un bec bunsen ? C'est un truc de physique de chimie…de quoi.
E	E : De chimie.
P	Normalement, vous l'avez utilisé au collège. Alors, le bec Bunsen ça permet d'avoir une flamme, d'accord. Donc, soit je prends une bougie ou soit je prends le bec Bunsen. À la rigueur, à la maison, vous avez un bec Bunsen.

Tableau 55. Extrait de la transcription de la séance 2 (de 00 :28:50 à 00 :29 :40)

Son affinité didactique en chimie semble le pousser à choisir des matériels utilisés en chimie (dans l'activité 1 (suite) (annexe 12.1), il y a le choix entre la flamme d'une bougie et la flamme de bec Bunsen). En effet, le bec Bunsen est utilisé en chimie pour plusieurs manipulations : chauffer, brûler, ici, l'enseignant utilise ce matériel pour que les élèves observent le spectre de flamme. Ce qui est l'inverse de Jean (§ 5.2.1 & 5.2.3).

Par ailleurs, nous avons observé en classe que l'enseignant compare entre les spectres de quatre lampes (H2, Na, Hg, fluo compacte) afin d'inférer *l'élément chimique* dans la lampe de fluo compacte. C'est une technique qui s'appuie sur des ostensifs graphiques. Il pose des questions sur l'existence d'un tel ou tel élément chimique et les élèves répondent. Philippe montre aux élèves les spectres des quatre lampes à l'aide d'un vidéo projecteur. L'analyse de l'entretien auto-confrontation révèle que l'enseignant voulait montrer aux élèves comment on obtient les spectres de ces quatre lampes, mais il y avait un problème technique qui lui empêche de faire l'expérience devant les élèves : « Alors pour moi, j'avais un gros problème technique, mon spectroscope euh… Qui marchait sur l'ordinateur ne fonctionnait pas. Et je n'avais pas… D'habitude j'ai une caméra et je ne retrouvais pas la lueur des spectres. Donc, j'ai été obligé de leur dire voilà ce que j'obtiens et j'en profite pour dire voilà, j'ai ma caméra, elle fait la même chose que le spectroscope et voilà, et j'aurais dû faire, chacune des lampes. […] » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 52) et « Et là, comme j'ai eu un gros problème technique, la caméra, le spectroscope ne fonctionne pas et donc j'ai été obligé de leur dire, voilà ce qu'on obtient de mettre euh… Comme s'ils devaient me croire… Voilà, j'aurais bien voulu faire l'expérience devant eux, mais j'ai dit faire l'expérience devant eux, mais j'ai dit voilà, j'ai un autre moyen, un autre instrument de mesure ou d'analyse, qui est ma petite caméra et voilà ce que l'on obtient. Et là, j'étais obligé de leur présenter les quatre spectres d'un coup, donc ça venait on ne sait pas d'où, voilà, c'est l'enseignant qui sortait ça. […] » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 54).

Nous avons repéré pendant l'observation de classe que l'enseignant demande s'il y a du dihydrogène dans la lampe de fluo-compacte. Un élève répond qu'il y a une raie rouge dans le spectre du dihydrogène qui n'existe pas dans le spectre fluo compacte. L'enseignant confirme la réponse en s'appuyant sur la comparaison : il dessine sur le tableau des lignes verticales de raies de dihydrogène vers le spectre de fluo compacte (voir figure 33).

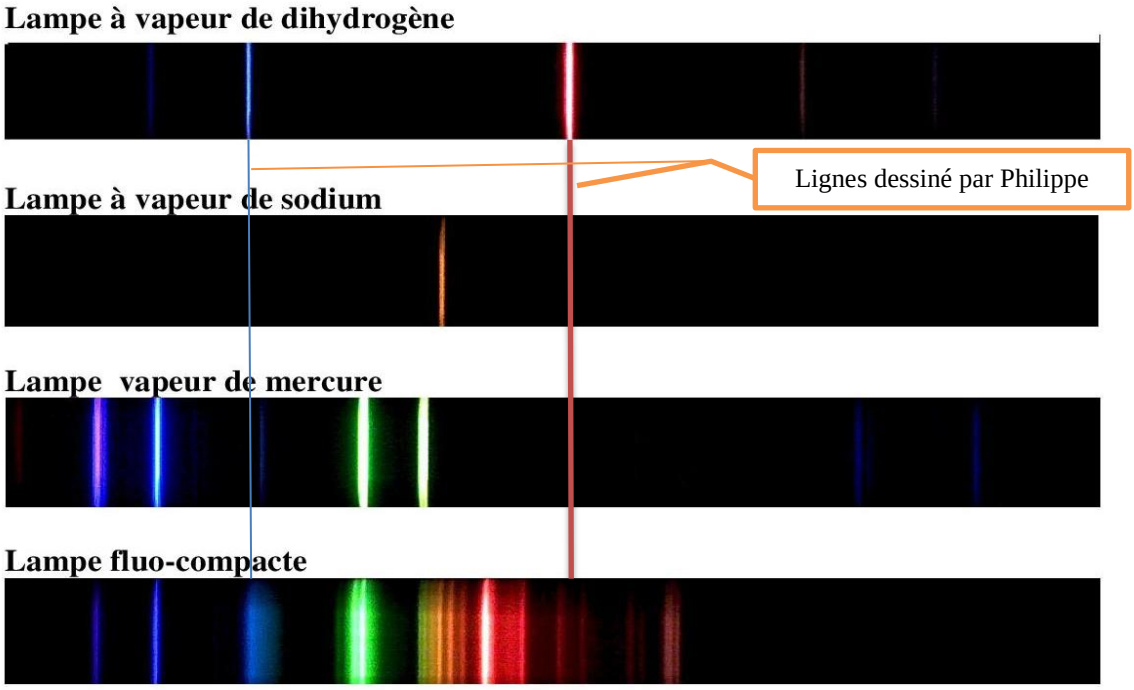


Figure 33: Les spectres expérimentaux (annexe 12.1) et les lignes dessinés par Philippe sur le tableau pour comparer le spectre de dihydrogène et le spectre de la lampe fluo-compacte

Philippe conclut qu'il n'y a pas de raies correspondantes aux raies de dihydrogène. Il demande ensuite aux élèves s'il y a du sodium dans la lampe fluo-compacte. A la suite d'une réponse d'un élève qui affirme l'existence de sodium dans la lampe de fluo compacte, l'enseignant décide de questionner la raie dans le spectre de sodium car il y a une raie jaune intense dans le spectre de la lampe de sodium qui correspond à des raies moins intenses dans le spectre de fluo compacte (voir la figure 33). Enfin, l'enseignant demande s'il y a du mercure dans la lampe de fluo compacte. Un élève affirme qu'il y a du mercure. L'enseignant dessine directement des lignes de raies de spectre de mercure vers les raies dans le spectre de la lampe de fluo compacte. Il infère l'existence du mercure dans la lampe fluo compacte. A la suite à une interrogation d'un élève sur l'existence des lampes non toxiques, l'enseignant explique qu'il y a des lampes non toxiques, mais elles posent problème car elles donnent beaucoup plus de chaleur que de lumière (tableau 56 est un extrait de la séance 3 dont la transcription se trouve dans l'annexe 11.5).

P	Alors est-ce que je peux avoir du sodium ? *(le prof dessine une ligne verticale de raie jaune dans le spectre de sodium jusqu'au spectre de fluo compacte)*
E	Oui
P	Alors, le sodium, ici… En fait, ça va être une raie assez intense, et là, je n'ai rien de très intense. Donc là, on peut quand même se mettre un point d'interrogation. Donc, est-ce que ça peut être du mercure ?
P	Donc, est-ce que ça peut être du mercure ?
E	Oui

P	Oui, j'ai cette raie qui est là, j'ai cette raie qui est ici, j'ai cette raie qui est là, et cette raie qui est là *(il dessine cinq lignes de raies de mercure jusqu'au spectre de fluo compacte),* et toutes les raies du mercure sont présentes. Puisque toutes les raies du mercure sont présentes, alors ma lampe fluo-compacte contient du mercure, c'est la raison pour laquelle il ne faut pas jeter vos lampes à la poubelle, les lampes économiques maintenant, il faut les mettre à la décharge ou dans les magasins. C'est vrai que vous n'avez pas beaucoup de mercure, mais si 1 million de personnes jette ses lampes dans la nature, on va avoir 1 million fois la masse de mercure dans la lampe.
E	Et ça fait quoi en fait ?
P	Le mercure, c'est toxique.
E	On ne peut pas faire des lampes non toxiques ?
P	Non, pas celles-là, non. Si, les lampes pas toxiques, ce serait les lampes incandescentes, les ampoules qu'on avait avant, mais elles avaient un problème, quel était ce problème ?
E	Elles coûtaient chères ?
P	Elles produisaient pratiquement plus, au niveau énergétique plus de chaleur que de lumière.

Tableau 56. Extrait de la transcription de la séance 3 (de 00:38 :43 à 00 :40 :25)

A travers l'analyse de la RSPD (figure 31), nous avons repéré qu'il y a une technique didactique relative aux liens avec la vie quotidienne. Le deuxième pôle dessiné à droit du centre « moi » concerne en effet « la vie quotidienne ». De ce dernier, il en sort deux flèches vers deux termes : en haut « langage différent » et en bas « utilisation ». Philippe précise qu'il existe des utilisations de la physique et la chimie dans la vie courante, mais avec des mots différentes de ceux qu'utilisent les scientifiques. L'analyse de l'entretien auto-confrontation met en évidence que Philippe ne voit pas seulement des liens entre l'enseignement de la physique et la vie, à la différence de ses collègues qui privilégient les liens entre l'enseignement de la physique et la vie quotidienne. « […] Donc, la vie quotidienne euh… Aussi, quelques utilisations de la physique. Par exemple, à quoi ça peut servir ? Le spectre, à quoi ça peut servir ? Au minimum parce que euh… la physique ça sert, mais ça ne sert pas tout le temps. C'est pour faire lien entre l'aspect technologie et l'aspect physique. Je sais que certains de mes collègues, ils aiment bien voir la physique de partout. Moi, je ne la vois pas partout. […] » (E Auto-C, annexe 11.3, phrase 102).

Son affinité didactique « chimie » le pousse à confirmer l'existence du mercure dans la lampe fluo compacte de manière visible (macroscopique). Comme on ne peut pas voir à l'œil nu les éléments chimiques, Philippe s'appuie sur les spectres de trois éléments chimiques connus (H2, Na, Hg). Ce sont des spectres visibles à l'œil (figure avec des raies colorées et du noir entre elles). Il s'appuie ensuite sur la comparaison entre les raies de ces éléments et les raies de spectre de la lampe fluo-compacte. Il infère enfin que la lampe fluo compacte contient du mercure du fait qu'elle a les mêmes raies dans le spectre de fluo compacte correspondant aux raies dans le spectre de la lampe de mercure. Son affinité disciplinaire et didactique « chimie » le pousse aussi à donner des consignes pour jeter les lampes fluo compactes (tableau 56) c'est plutôt dans des déchetteries spécialisées car le mercure est toxique. Le

professeur a la conscience que le mercure est dangereux (affinité disciplinaire) et il pense que c'est important de le dire aux élèves (affinité didactique).

Synthèse

Nous avons présenté dans cette partie l'analyse d'un document orienté : ici la conception et l'analyse d'une ressource fille orientée et la mise en œuvre de celle-ci en classe.

Philippe construit une ressource fille pour l'enseignement du spectre en seconde. Nous avons constaté un réseau d'orientations par son affinité didactique « chimie » :

- il recourt à une ressource mère structurante en physique : discussions avec les collègues du groupe SESAMES qui lui ont permis d'augmenter ses connaissances en physique et les ressources de ce groupe pour construire la ressource fille ;

- il a fait les spectres lui-même, il n'intègre pas toutes les informations utiles dans la ressource fille dans laquelle nous avons repéré qu'il existe une page contenant des images correspondantes à ce que Philippe a fait. Philippe utilise ces spectres comme un moyen pour identifier les éléments chimiques en comparant les raies dans le spectre de la lampe de fluo compact (on ne connaît pas ses compositions) et les raies dans les trois spectres (dihydrogène, mercure, sodium) ;

- il utilise les activités d'observation en classe et n'applique pas la démarche d'investigation dans l'enseignement du spectre. Selon lui, l'aspect expérimental est important dans la démarche d'investigation. Il faut que les élèves maîtrisent l'utilisation des matériels qui est possible à faire en physique en classe de seconde qu'en chimie ;

- il considère que le spectroscope est une *ressource expérimentale* et la *principale* ressource pour les élèves ;

- il prévoit le topos d'élèves : observer les spectres et produire ce qu'on voit.

Nous avons présenté dans cette partie l'analyse praxéologique de la ressource fille orientée. Cela confirme que l'élément principal des techniques proposées est l'utilisation d'un spectroscope pour disperser la lumière émise des différentes sources. En outre, il existe des éléments de la praxéologie disciplinaire et didactique qui sont inspirées des ressources du groupe SESAMES, mais il y a aussi des nouveaux éléments ajoutés.

Par ailleurs, nous avons repéré qu'il existe plusieurs effets de l'affinité de Philippe sur la mise en œuvre de la ressource fille dans l'enseignement du spectre (thème commun en physique et chimie) et sur ses interactions avec ses élèves. Il semble que l'affinité didactique et disciplinaire « chimie » de Philippe l'autorise à faire une expérience par lui-même qui n'est décrite ni dans ses ressources propres, ni dans les ressources du groupe SESAMES. C'est une vérification expérimentale devant les élèves pour expliquer comment peut-on avoir la couleur jaune et la couleur blanche. Philippe voit bien des liens entre la chimie et la vie quotidienne ce qui est inverse de ses collègues de formation plutôt « physique ». Son affinité didactique « chimie » le conduit à confirmer l'existence du mercure dans la lampe fluo compacte de manière visible (macroscopique). Il s'appuie ensuite sur la comparaison entre les raies de ces éléments et les raies de spectre de la lampe fluo-compacte. Son affinité disciplinaire et didactique « chimie » lui dirige aussi à donner des consignes pour jeter les lampes fluo compactes dans les décharges ou dans les magasins.

Si le niveau d'enseignement est considéré avancé et si le contenu est relatif à la discipline mineure, l'enseignant est moins enclin à laisser de la place pour le topos des élèves. Il semble que son affinité disciplinaire et didactique s'exprime dans les tâches données aux élèves. La majorité de ces tâches est relatives à l'échelle macroscopique. Pour lui, la place réduite des mathématiques dans l'enseignement du spectre est le bon moment pour motiver les élèves à apprendre la discipline mineure (physique).

Son affinité didactique faible en physique semble l'autorise à exprimer les technologies relatives aux types de spectres d'émission (contenu et de raies) et de spectre de raies d'absorption en s'appuyant sur la ressource appelée « modèle ». Cela reflète peut-être une maîtrise faible dans la discipline mineure.

5.2.4 Conclusion

Nous avons analysé dans cette partie l'effet mutuel de l'affinité de Philippe et de son système de ressources (§ 5.2.1), l'effet mutuel de l'affinité de Philippe et de ses interactions avec ses collègues (§ 5.2.2), et la relation entre affinité et travail documentaire pour l'enseignement du spectre en seconde (§ 5.2.3).

Philippe a un intérêt pour la chimie ce qui le conduit à s'engager dans des formations plutôt « chimiques ». Il aime moins la physique du fait de son contenu mathématique. Il considère que la chimie est beaucoup plus concrète que la physique. Philippe signale que, dès le début de l'exercice de sa profession, il préférait l'enseignement de la chimie parce qu'il avait plus de connaissances dans cette discipline. Il fait des liens entre les thèmes de l'enseignement de la chimie grâce à ses connaissances chimiques et ne trouve pas de liens entre les thèmes de l'enseignement de la physique. Il semble que Philippe a une affinité relative disciplinaire pour chimie et une affinité relative didactique pour la chimie (§ 2.5, Q4.1.a & H4.1.a & H4.1.c). Cette affinité disciplinaire et didactique « chimie » est confirmée par l'entretien avec surtout le laborantin. L'affinité disciplinaire et didactique « chimie » de Philippe se manifeste dans l'ensemble de son travail documentaire.

Philippe utilise des ressources variées pour préparer son enseignement : ressources du groupe SESAMES, discussions avec ses collègues, logiciels, Internet. Nous avons trouvé que la structure des ressources de Philippe reprend celles ressources que le groupe SESAMES a développé pour le site Pegase, autour du couple « activités et modèle ». Il semble que son affinité didactique faible en physique (§ 3.5.1) l'orientait vers les ressources de ce groupe pour compléter son système de ressources surtout dans la discipline mineure (§ 2.5, Q3 & H3.a). La réduction de l'aspect mathématique en physique (BO seconde, 2010) augmente l'intérêt de Philippe pour la physique et son enseignement (§ 2.5, Q4.2 & H4.2.d). Philippe met donc de moins en moins l'accent sur l'aspect mathématique dans l'enseignement de la physique et encore moins dans l'enseignement de la chimie.

Nous avons repéré des effets mutuels entre l'affinité disciplinaire et didactique de Philippe et les interactions avec ses collègues en et hors de son établissement : quand il rencontre des collègues de formation plutôt « physique » au sein de son établissement ils parlent des ressources manquantes pour l'enseignement de la physique, mais du fait de ses connaissances en chimie, Philippe mène avec eux des discussions conceptuelles sur la cohérence du programme de chimie dans sa globalité et il est proposeur de ressources pour les nouveaux

thèmes en chimie en terminale S (§ 2.5, Q3 & H3.c). Quand il rencontre des collègues au sein du groupe SESAMES ils se partagent leurs connaissances pour préparer des ressources en classe de seconde, ce qui augmente ses connaissances en physique (§ 2.5, Q4.2 & H4.2.d), quand il rencontre un collègue de mathématiques au sein de son établissement il parle des difficultés d'élèves dans les concepts mathématiques en physique. Les interactions de Jean avec ses collègues et son affinité semblent se conditionner mutuellement (§ 2.5, Q3 & H3.c).

Pour l'enseignement du spectre, Philippe construit, à partir d'une ressource mère structurante en physique une ressource fille que nous considérons orientée par son affinité disciplinaire et didactique « chimie ». Ce sont les interactions avec les collègues du groupe SESAMES qui permettent de développer ses connaissances en physique et les ressources de ce groupe que Philippe utilise pour construire la ressource fille.

Il lui semble plus confortable d'appliquer la démarche d'investigation dans la discipline pour laquelle il a une affinité en terminale S car les élèves ont des connaissances sur l'utilisation des matériels. Il considère que le spectroscope en carton est une *ressource expérimentale* essentielle pour ses élèves dans l'enseignement du spectre en seconde (§ 2.5, Q3 & H3.a). L'analyse praxéologique de la ressource fille orientée qu'il développe corrobore que la technique proposée principale est l'utilisation d'un spectroscope pour disperser la lumière émise des différentes sources. Il existe des éléments praxéologiques qui sont inspirées des ressources du groupe SESAMES, mais il y a aussi des nouveaux éléments praxéologiques ajoutées sur la ressource fille orientée (§ 2.5, Q3 & H3.a & H3.b) : Philippe déclare qu'il a réalisé par lui-même des spectres de différentes sources lumineuses et qu'il les ajoute à la ressource fille. Philippe veut conduire des élèves qui ont des difficultés en mathématiques à s'exprimer et à expliquer car selon lui, il n'y a pas de mathématiques dans cet enseignement du spectre. Son affinité didactique « chimie » l'autorise à justifier ses pratiques avec ses élèves en lien avec les mathématiques. Pour lui, l'absence de l'aspect mathématique dans l'enseignement du spectre est le bon moment pour motiver les élèves à s'exprimer et à comprendre la physique (§ 2.5, Q3 & H3.a & H3.b).

Nous avons repéré qu'il existe des techniques didactiques qui s'appuient sur le lien entre la chimie et la vie quotidienne. Son affinité disciplinaire et didactique « chimie » le conduit aussi à donner des consignes pour jeter les lampes fluo compactes dans les décharges ou dans les magasins dédiés car le mercure est toxique. Le professeur indique que le mercure est dangereux (affinité disciplinaire) et il pense que c'est important de le dire aux élèves (affinité didactique) (§ 2.5, Q3 & H3.a & H3.b) ; l'affinité didactique « chimie » de Philippe l'autorise à faire une expérience qui n'est pas décrite dans les ressources de l'enseignant. Il vise une vérification expérimentale devant les élèves pour expliquer comment on peut avoir la couleur jaune et la couleur blanche. Si le niveau d'enseignement est avancé et si le contenu disciplinaire est relatif à la discipline mineure, l'enseignant est moins capable de laisser le topos aux élèves pour s'exprimer (§ 2.5, Q3 & H3.b) ; l'enseignant s'appuie sur la ressource « modèle » pour institutionnaliser les technologies ; il utilise des matériels utilisées en chimie, comme le bec Bunsen, pour observer le spectre (§ 2.5, Q3 & H3.a & H3.b).

Philippe a une affinité didactique et disciplinaire « chimie » forte. Nous considérons que la praxéologie pour l'enseignement du spectre est *beaucoup plus complète de côté de la chimie* (§ 2.2.4 & 2.5, Q3 & H3.b). La ressource fille produite par Philippe porte l'expression de son

affinité disciplinaire et didactique « chimie » : le spectroscope en carton est une *ressource expérimentale* (§ 2.5, Q3 & H3.a), et des spectres de différentes sources lumineuses sont réalisés par lui-même et intégrés dans cette ressource. Le topos de ses élèves se limite à observer et dessiner ce qu'ils voient (Philippe préfère pratiquer la démarche d'investigation en chimie en terminale S, là où les élèves ont une meilleure maîtrise du matériel chimique). A partir de cette praxéologie didactique locale beaucoup plus complète du côté de la chimie et à partir de la ressource fille orientée chimie, il semble que le document est orienté par l'affinité didactique « chimie » (§ 2.3.3).

5.3. Comparaison entre les deux études de cas et carte d'identité d'affinité

Nous avons analysé dans ce chapitre les effets mutuels de l'affinité et du travail documentaire de Jean et de Philippe. Nous mettons d'abord en regard les affinités disciplinaires et didactiques des deux enseignants (§ 5.3.1). Nous confrontons ensuite le travail documentaire qu'ils développent en relation avec leurs affinités disciplinaire et didactique (§ 5.3.2). Nous proposons enfin une synthèse sous la forme de « cartes d'affinités » pour les deux enseignants suivis, Jean et Philippe et pour deux autres enseignants Nicole et Paul (§ 5.3.3) dont nous avons pu approcher, à partir d'un entretien approfondi (§ 3.1.1) les affinités.

5.3.1 Des affinités différenciées

Nous mettons en regard ici les affinités relatives disciplinaire et didactique de Jean et de Philippe. Ces deux enseignants ont une affinité relative *disciplinaire* pour l'une ou l'autre discipline (§ 2.5, Q4.1 & H4.1.a). Philippe a un intérêt et une conscience relatifs tournés vers la chimie. Il situe bien la chimie aux échelles microscopique-macroscopique et trouve que la chimie est beaucoup plus concrète que la physique. Il aime moins la physique à cause des aspects mathématiques de cette discipline. Jean, de son côté, a un intérêt et une conscience relatifs tournés vers la physique. Il situe la chimie à l'échelle microscopique et considère que cette discipline est secondaire par rapport à la physique.

Jean et Philippe ont une affinité relative *didactique* cohérente avec leur affinité relative disciplinaire (§ 2.5, Q4.1 & H4.1.c). Les deux enseignants signalent que, dès leur entrée dans le métier, ils avaient déjà une préférence pour l'une des deux disciplines, que l'on appellera discipline majeure, parce qu'ils avaient des connaissances plus développées dans cette discipline. Jean pense que la physique est plus riche que la chimie du fait du travail de conceptualisation nécessaire pour répondre aux problèmes qu'elle propose. En revanche, il n'arrive pas à saisir les problèmes posés par la chimie. Il considère l'enseignement de cette discipline comme *une recette expérimentale*. De son côté, Philippe aime moins l'enseignement de la physique du fait de son contenu mathématique. Comme il a une compréhension profonde de la chimie, il établit facilement des liens entre les thèmes impliqués dans l'enseignement de cette discipline. En revanche, il n'arrive pas à faire des liens entre les thèmes dans ce qui est sa discipline mineure d'enseignement, la physique.

5.3.2 Des affinités qui interagissent avec tous les aspects du travail documentaire

Nous mettons ici le travail documentaire des deux enseignants en relation avec leurs affinités, en particulier dans le contexte de l'enseignement du thème de spectre.

D'abord du point de vue des ressources humaines.

Les laborantins apparaissent être des ressources humaines importantes pour le travail documentaire des enseignants. L'analyse de l'entretien avec le(la) laborantin(e) de leur établissement révèlent les effets de leurs affinités disciplinaires et didactiques dans un domaine sensible de l'enseignement scientifique, la conduite des TP. Jean et Philippe demandent tous deux beaucoup de matériels pour les TP de chimie :

- pour Jean, cela s'explique par une moindre conscience de cette discipline : manquant de maîtrise, il demande plus de matériel que nécessaire (il n'utilise d'ailleurs qu'une partie de ce matériel) et sollicite de l'aide des laborantins pour soutenir sa conduite des TP de chimie ;

- pour Philippe, cela s'explique par une conscience forte de la discipline et de son potentiel : le matériel est sollicité pour exploiter tout le potentiel du TP, il est exploité, dans toutes ses composantes, au service des démarches scientifiques.

Nous avons aussi mis en évidence les effets mutuels entre les affinités des enseignants et les relations avec leurs collègues :

- ils ont des discussions avec leurs collègues de SPC au sein de leur établissement. Il semble bien que l'affinité disciplinaire et didactique « physique » de Jean oriente ces discussions : il interagit avec un collègue de formation plutôt « physique » sur l'épistémologie et l'histoire de cette discipline et avec une collègue de formation plutôt « chimie » sur l'évaluation des élèves par compétences et la recherche de ressources via Internet (§ 2.5, Q3 & H3.c). En revanche, les discussions de Philippe avec ses collègues de formation plutôt « physique » portent sur le programme de chimie, sa cohérence, sa dynamique et sa globalité ce qui manifeste une praxéologie beaucoup plus complète en chimie (ce qui n'est pas le cas en physique), pour l'enseignement de laquelle le renouvellement de programme révèle des ressources manquantes (§ 2.5, Q3 & H3.c) ;

- ils ont des discussions avec des collègues hors de leur établissement, tous les deux au sein de collectifs avec une forte cohérence épistémologique, le groupe GFEN pour Jean, le groupe SESAMES pour Philippe. Le GFEN se distingue par un point de vue fort sur le socio-constructivisme et le travail scientifique, SESAMES se distingue par un point de la science et les modèles. Les deux collectifs vont constituer pour ces deux enseignants un incubateur du travail documentaire, stimulant, à partir des ressources conçues, le développement de telle ou telle affinité disciplinaire et didactique (§ 2.5, Q4 & H4.2.d). Cette influence des deux collectifs est d'autant plus forte qu'elle se prolonge au sein des deux établissements : Jean, comme Philippe retrouvent dans leurs établissements des enseignants qui participent avec eux à ces collectifs.

Les discussions avec les collègues constituent bien une ressource primordiale pour les deux enseignants. L'analyse de la RSSR de chaque enseignant révèle l'importance de ces discussions (figure 24 et figure 29). Les interactions avec leurs collègues jouent un rôle dans la construction de la ressource fille.

Les ressources de Jean sont organisées en classe de seconde autour de son affinité disciplinaire et didactique : quatre parties pour la physique et une partie pour la chimie, considérée comme une sous-partie de la physique (§ 2.5, Q3 & H3.a). Il se concentre sur la physique dans les questions fondamentales. En revanche, la structure des ressources de Philippe reprend celles du groupe SESAMES « activité et modèle ». Il recourt à ces ressources dès le début de son enseignement. Il semble que son affinité didactique faible en physique l'orientait vers les ressources de ce groupe pour pallier les manques de son système de ressources (§ 2.5, Q3 & H3.a).

Jean et Philippe enseignent le thème du spectre en classe de seconde. Jean, de par son affinité disciplinaire et didactique « physique », *approfondit* ce thème en relation avec l'astrophysique à travers « le colloque historique » (§ 3.4.2). Autrement dit, il réalise des séances spécifiques à cet enseignement (spectre-astrophysique) en relation avec l'histoire et l'épistémologie de sciences. En revanche Philippe déclare qu'il n'a pas de temps pour développer cet enseignement en relation avec l'histoire des sciences. Dans cet objectif, les enseignants s'appuient sur des ressources mères structurantes. Ces ressources ont permis de retravailler les connaissances de l'enseignant pour et par le travail (§ 2.1.3) :

- Jean a une ressource mère structurante physique « diaporama spectre-astrophysique » qui lui permet de développer ses connaissances sur l'épistémologie de la spectroscopie et l'astrophysique et d'en tirer les thèmes pour la ressource fille ; et une ressource mère structurante mixte physique-chimie « le roman des éléments » qui lui permet de développer ses connaissances sur le lien entre les éléments chimiques et la spectroscopie et d'en nourrir la ressource fille qu'il conçoit (§ 2.5, Q4.2 & H4.2.c & H4.2.d) ;

- En revanche, Philippe a une ressource mère structurante physique « discussions avec le groupe SESAMES et leurs ressources ». Les discussions de Philippe avec ce groupe ont permis de développer ses connaissances en physique. Et il utilise les ressources de ce groupe pour construire la ressource fille (§ 2.5, Q4.2 &H4.2.c& H4.2.d).

Par ailleurs, dans la conception de la ressource fille, Jean recourt à des discussions avec son collègue de formation plutôt « physique » concernant l'épistémologie et l'histoire des sciences. Il s'agit aussi de comprendre le dispositif « le colloque historique » (§ 5.1.3). Il en résulte que Jean prépare un « canevas » de séquence, organisé autour de la construction historique du concept. Cela lui permet de préciser les thèmes de chaque partie de la ressource fille sous la forme de « pochette » (§ 5.1.3). L'analyse praxéologique de deux pochettes montre que les extraits sont liés épistémologiquement. Pour Jean, l'objectif est que les élèves puissent avoir des compétences en « physique » à travers la lecture de textes d'histoires de sciences. Il semble que la ressource fille est orientée par l'affinité disciplinaire et didactique « physique » (§ 2.5, Q3 & H3.a).

En revanche, Philippe retravaille les ressources du groupe SESMAES. Rappelons que Philippe (§ 5.2.1) il est beaucoup plus capable de lier les thèmes dans l'enseignement de la chimie que dans l'enseignement de la physique, et préfère les travaux pratiques en chimie. Philippe prépare, par lui-même, des spectres expérimentaux concernant trois éléments chimiques (spectre à vapeur de dihydrogène, spectre à vapeur de sodium, spectre à vapeur de mercure). Chacun de ces spectres contient une ou des raies spécifiques à un seul élément chimique. L'enseignement du spectre est une autre façon pour évoquer les éléments

chimiques sans manipuler en utilisant des matériels ou produits chimiques. Il semble que l'affinité disciplinaire et didactique forte en chimie pousse l'enseignant à faire réfléchir les élèves sur le lien entre les éléments chimiques et ces spectres expérimentaux. Il semble qu'il voit le spectre comme un moyen d'identification des éléments chimiques d'une lampe fluo-compacte. Il semble que la ressource fille est orientée par l'affinité disciplinaire et didactique « chimie » (§ 2.5, Q3 & H3.a). L'analyse praxéologique montre que l'élément principal de techniques proposées est l'utilisation d'un spectroscope pour disperser la lumière émise des différentes sources. En outre, il existe des éléments de la praxéologie disciplinaire et didactique qui sont inspirées des ressources du groupe SESAMES, mais il y a aussi des nouveaux éléments ajoutés.

L'affinité disciplinaire et didactique a des impacts dans la mise en œuvre des ressources filles. Jean met en œuvre une situation complexe, à travers le texte Auguste Comte qui pose un problème épistémologique. Il donne une place importante au topos des élèves, qui construisent leurs connaissances en questionnant les conditions de l'émergence du savoir.

Philippe met aussi en œuvre une situation complexe. Il semble que son affinité didactique et disciplinaire « chimie » l'autorise à faire une expérience qui n'est pas décrite dans ses ressources. C'est une vérification expérimentale de la coexistence de la couleur jaune et de la couleur blanche. Le topos des élèves est limité à l'observation, à l'aide d'un spectroscope, et à la formulation d'hypothèses.

L'affinité disciplinaire et didactique de Jean et de Philippe jouent aussi dans leurs interactions avec les élèves. Jean privilégie un questionnement épistémologique. Philippe privilégie la mise en relation de la chimie et de la vie quotidienne (autant pour l'analyse des spectres que pour la protection de l'environnement dans l'élimination des lampes fluo).

Il semble enfin que la praxéologie didactique locale dans l'enseignement du spectre est beaucoup plus complète de côté de la physique chez Jean et beaucoup plus complète de côté de la chimie chez Philippe (§ 2.5, Q3 & H3.b).

5.3.3 Des cartes d'affinité qui synthétisent les résultats proposés

Nous exploitons l'analyse que nous avons faite dans les deux parties précédentes (§ 5.1 & 5.2) et l'analyse de l'entretien général avec Nicole et Paul (§ 3.1.1) pour concevoir des cartes d'affinité pour chaque enseignant.

Ces cartes sont construites ainsi :

- dans les deux premières cases en haut nous présentons le *profil* de chaque enseignant et l'illustrons par une citation qui nous semble symbolique de son affinité et, quand nous en disposions d'une représentation schématique produite par l'enseignant lui-même.

- les cases (1.a et 1.b) concernent les éléments constitutifs de l'affinité *disciplinaire* : intérêt et conscience disciplinaires. Nous avons dessiné dans la case (1.a) l'évolution de l'intérêt disciplinaire pour la physique et la chimie en s'appuyant sur les déclarations de chaque enseignant. Cela permet d'approcher son intérêt relatif disciplinaire. Nous présentons ensuite dans la case (1.b) une synthèse de la conscience relative disciplinaire à travers des déclarations et de suivre le travail documentaire dans le cas de Jean et de Philippe.

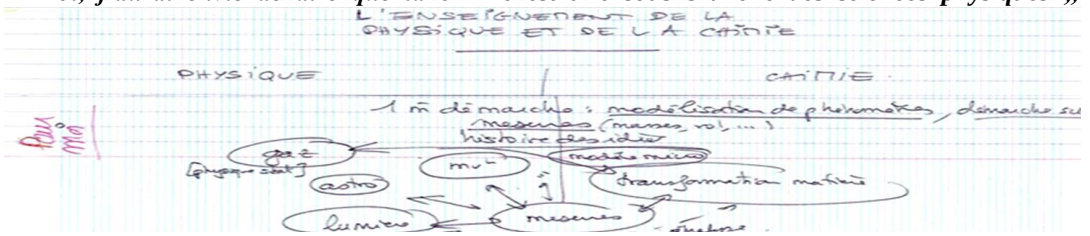
Les cases (2.a, 2.b) sont spécifiques aux éléments de l'affinité *didactique* : la case (2.a) contient une figure qui présente l'évolution de l'intérêt relatif didactique et la case 2.b donne une synthèse de la conscience relative didactique.

Les affinités disciplinaire et didactique sont en lien avec les interactions avec les collègues et les ressources. Les deux dernières cases (2.c et 2.d) sont consacrées à ces deux terrains essentiels des affinités.

Jean

Professeur de SPC dans un lycée depuis 14 ans
- Bac S, licence en physique-chimie
- DEA en didactique des sciences physiques et agrégation (option : physique)
- enseigne la physique et la chimie en seconde et en MPS, mais aussi la physique en terminale spécialité

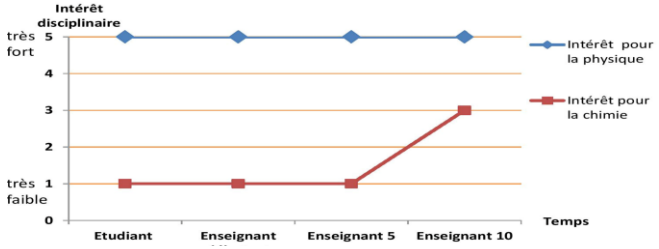
“ Moi, j’aurai envie de dire que la chimie est une sous branche des sciences physiques „



1) Affinité disciplinaire

Il a une affinité très forte en physique, depuis ses premiers contacts avec cette discipline. Cette affinité se fonde sur des considérations épistémologiques. Mais son affinité pour la chimie se développe

1.a) Intérêt relatif disciplinaire



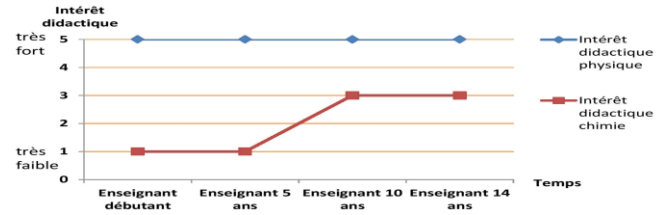
1.b) Conscience relative disciplinaire

- Sa conscience disciplinaire est forte pour la physique, mais elle est secondaire pour la chimie
- Selon lui, la chimie se résume à des *recettes de cuisine* et elle se réduit à un seul thème cohérent : la *transformation de la matière,* alors que la physique contient plusieurs thèmes cohérents
- et la chimie se situe dans l’échelle *microscopique* alors que la physique se situe dans des échelles micro-macro. Toutefois il a découvert l’histoire de la chimie ce qui y augmente son intérêt

2) Affinité didactique

Jean a eu une affinité didactique très forte pour la physique dès le début de sa carrière en raison de la richesse des problèmes rencontrés dans l’enseignement de la physique. De la même façon ses ressources et ses interactions avec ses collègues se sont concentrées sur l’enseignement de la physique. Toutefois son affinité didactique en chimie évolue avec le développement des ressources, surtout relatives à l’histoire de cette discipline

2.a) Intérêt relatif didactique



2.b) Conscience relative didactique

- Il a une conscience didactique très forte en physique
- L’enseignement de la physique est beaucoup plus riche et théorique (du fait du travail de conceptualisation nécessaire pour répondre aux problèmes qu’il pose) que l’enseignement de la chimie qui est beaucoup plus expérimental
- Il n’arrive pas à saisir l’intérêt des problèmes posés par l’enseignement de chimie

2.c) Interactions avec les collègues

- Discussions sur l’épistémologie de la physique et la préparation de séances en physique avec un collègue de formation plutôt « physique » au sein du laboratoire de SPC de son établissement
- Ses apports au sein du groupe GFEN, dans des interactions avec des chercheurs privilégient la physique, notamment la mécanique

2.d) Des ressources pour l’enseignement de SPC

- Le livre d’histoire des sciences « Le roman des éléments » lui a permis permet d’acquérir de nouvelles ressources pour le spectre et de développer son affinité didactique en chimie
- Sur les questions fondamentales, il se concentre sur la physique, notamment sur un dossier d’ouverture pour ses élèves : *c’est quoi la physique ?*

Philippe

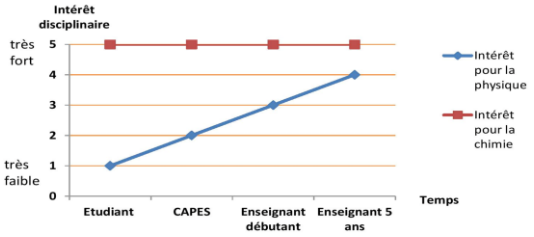
Professeur de SPC dans un lycée depuis 9 ans
- Bac F6 (chimie de laboratoire), DUT et maîtrise en chimie
- DEA et Doctorat en chimie organique
- CAPES externe
- enseigne la physique et la chimie en seconde, en première S et en terminale scientifique (tronc commun)

" J'ai toujours aimé faire de la chimie […] parce que c'est une science expérimentale, parce que c'était… J'aime bien aussi la cuisine donc je vois beaucoup de rapports, c'est quelque chose qui était… Que je trouvais facile et il n'y a pas beaucoup de mathématiques „

1) Affinité disciplinaire

Il a une affinité très forte en chimie depuis les premiers contacts avec cette discipline du fait de son épistémologie et de ses liens avec la vie, alors qu'il a une affinité en physique en progression grâce à la formation reçue pendant le CAPES et à l'enseignement de cette matière

1.a) Intérêt relatif disciplinaire



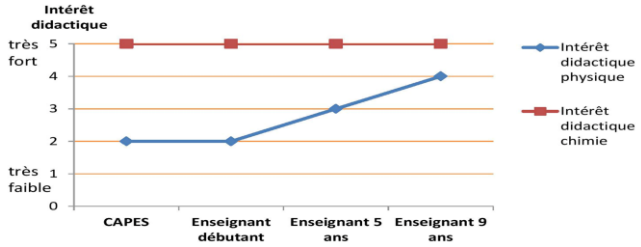
1.b) Conscience relative disciplinaire

- Sa conscience disciplinaire est forte pour la chimie
- Selon lui, la chimie se situe au niveau microscopique (atomes, molécules) et au niveau macroscopique (solution aqueuse, explications)
- La physique a de fortes composantes mathématiques (formules, rigueur) et elle est beaucoup plus abstraite que la chimie
- Dans la société, il considère que l'image de la chimie est beaucoup plus positive que celle de la physique

2) Affinité didactique

Philippe a eu une affinité didactique très forte en chimie, dès le début de sa carrière, grâce à ses connaissances dans l'enseignement de la chimie, alors qu'il avait une affinité didactique faible en physique à cause des relations étroites entre l'enseignement des mathématiques et l'enseignement de la physique. Il profite de ses collègues pour améliorer ses connaissances dans l'enseignement de la physique. Il est une personne source pour l'enseignement de la chimie organique

2.a) Intérêt relatif didactique



2.b) Conscience relative didactique

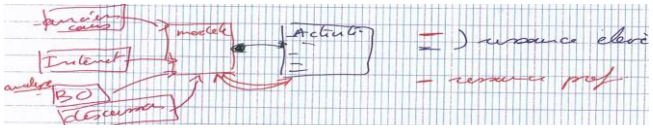
- Selon lui, ses connaissances sont beaucoup plus importantes pour l'enseignement de la chimie que pour l'enseignement de la physique
- Les modèles pour l'enseignement de la physique sont à la fois différents et plus compliqués car ils demandent de nombreux outils mathématiques ; Il existe moins de mathématiques en physique dans le nouveau programme, ce qui augmente son intérêt didactique pour la physique

2.c) Interactions avec les collègues

- Au sein du laboratoire de SPC dans son établissement, ses interactions avec ses collègues lui permettent de développer ses connaissances pour l'enseignement de la physique. Ses apports se situent surtout dans l'enseignement de la chimie organique en terminale S
- Son apport en physique (et réciproquement) se fait au sein du groupe SESAMES

2.d) Des ressources pour l'enseignement de SPC

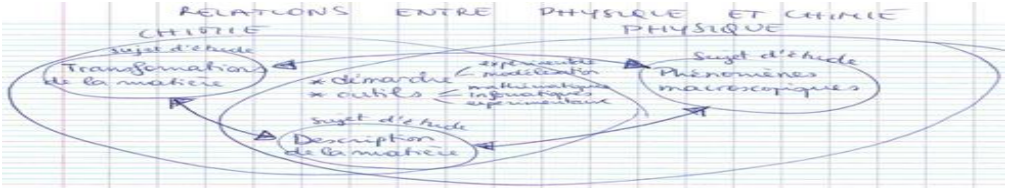
- Ressources essentielles obtenues à partir du groupe SESAMES « modèle » et « activité »



Nicole

Professeure de SPC dans un lycée depuis 12 ans
- Bac S, diplômée d'une école d'ingénieur chimiste et maîtrise en sciences physiques
- CAPES
- enseigne la physique et la chimie en seconde, en première S mais elle enseigne la chimie uniquement en terminale spécialité

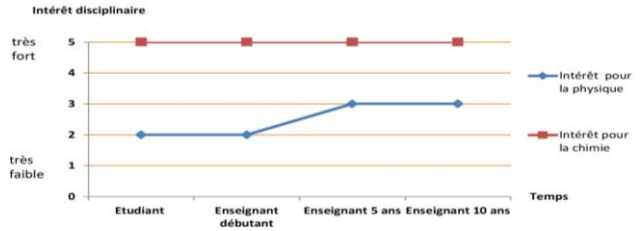
" J'aime pas trop enseigner la thermodynamique, l'énergie... „



1) Affinité disciplinaire

Nicole a une affinité forte pour la chimie depuis toujours en raison de son épistémologie. Son affinité en physique a augmenté dès le début de sa carrière avec l'approfondissement des nombreuses relations entre la physique et la chimie

1.a) Intérêt relatif disciplinaire



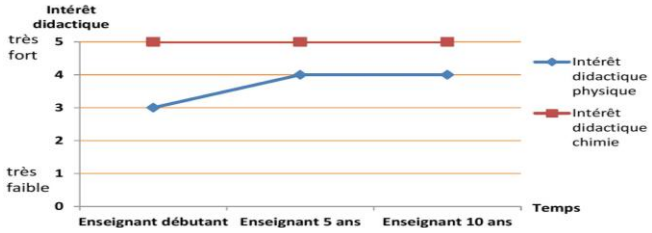
1.b) Conscience relative disciplinaire

- Elle a une conscience plus forte pour la chimie que pour la physique. Selon elle, la chimie est une science de la matière qui s'intéresse aux interactions. La physique est une science qui étudie les *phénomènes macroscopiques*
- Ces disciplines ont des points communs : *démarche expérimentale et modélisation, outils mathématiques, informatiques et expérimentaux, avec un sujet commun : la description de la matière*

2) Affinité didactique

Nicole a une affinité didactique forte en chimie en raison de son aspect expérimental et de l'existence de nouvelle technologie ; elle a une affinité ouverte sur l'enseignement de la physique et déclare qu'elle aime l'enseignement de la physique. Elle communique à ses collègues des ressources en chimie et recherche en permanence de nouvelles ressources, surtout en chimie

2.a) Intérêt relatif didactique



2.b) Conscience relative didactique

- Selon elle, l'enseignement de la chimie mobilise de nouvelles technologies, comme les nanotechnologies alors que celui de la physique repose sur de vieilles notions
- De plus, par rapport aux élèves, l'enseignement de la chimie est plus intéressant parce que l'aspect expérimental y est plus présent qu'en physique

2.c) Interactions avec les collègues

Au sein du laboratoire de SPC dans son établissement, elle propose des ressources pour l'enseignement de la chimie à ses collègues

2.d) Des ressources pour l'enseignement de SPC

- Des illustrations en astrophysique pour le spectre
- Bulletin Officiel, manuels scolaires et sites d'Internet
- Des nouvelles ressources sont intégrées pour l'enseignement de la chimie à partir de l'Internet

Paul

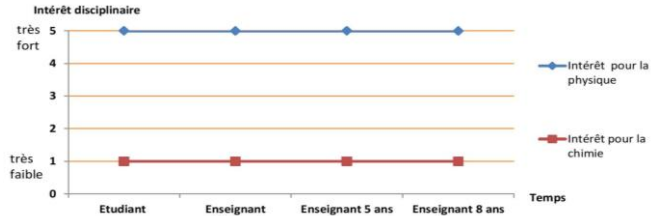
Professeur de SPC dans un lycée depuis 8 ans
- Licence et maîtrise en physique-chimie, DEA en physique théorique
- Agrégation (option : physique)
- enseigne la physique et la chimie en seconde, en première S et en terminale (tronc commun)

" Je trouve que la physique est conceptuellement beaucoup plus riche que la chimie „ " Euh, ça dépend du prof, avec moi les élèves aiment bien la physique parce que j'ai plus de choses à leur apporter sur la physique…„

1) Affinité disciplinaire

Paul a une affinité forte pour la physique en raison de la richesse des concepts dans les problèmes traités en physique alors qu'il a une affinité faible pour la chimie car il ne voit pas de concepts intéressants en chimie

1.a) Intérêt relatif disciplinaire



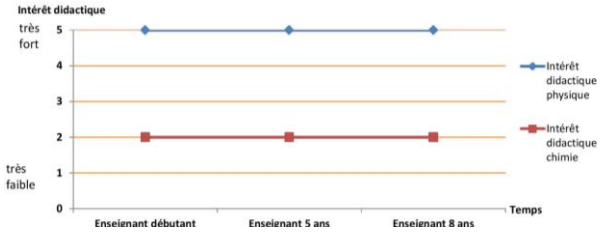
1.b) Conscience relative disciplinaire

- Il a une conscience plus forte pour la physique que pour la chimie
- Selon lui, la physique est conceptuellement beaucoup plus riche que la chimie
- Ces deux disciplines ont des points communs : *démarche expérimentale, approche théorique et modélisation*

2) Affinité didactique

Paul a une affinité didactique très forte en physique car il comprend les relations entre les concepts dans l'enseignement de la physique alors qu'il a une affinité didactique faible en chimie car il y voit des concepts déconnectés, notamment en chimie organique. Il apporte à ses collègues des ressources en physique et sollicite ses collègues de formation plutôt « chimie » pour consolider ses ressources en chimie organique

2.a) Intérêt relatif didactique



2.b) Conscience relative didactique

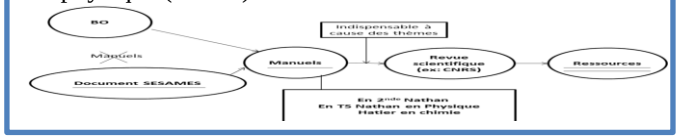
- Selon lui, l'enseignement de la physique repose sur des concepts mieux connectés entre eux, et ils sont beaucoup plus anciens et bien organisés
- L'enseignement de la chimie juxtapose des concepts déconnectés entre eux, particulièrement en chimie organique « *Voilà, je pense à la chimie organique, c'est un peu le bazar*». De plus, la distinction entre les différentes étapes de modélisation est beaucoup plus difficile dans l'enseignement en chimie

2.c) Interactions avec les collègues

- Il partage ses ressources de physique avec d'autres professeurs
- Mais, il sollicite des professeurs de formation plutôt « chimie » pour soutenir le développement de ses ressources en chimie, surtout en chimie organique

2.d) Des ressources pour l'enseignement de SPC

- Ressources du groupe SESAMES ; Revue scientifique en physique (CNRS)



Chapitre 6. Conclusion et perspectives

Nous revenons d'abord dans ce chapitre sur nos questions et hypothèses de recherche (§ 6.1), puis nous questionnons les limites et le domaine de validité des résultats obtenus (§ 6.2). Nous soulignons ensuite ce qui nous semble, dans notre étude, constituer des contributions théoriques et méthodologiques (§ 6.3). Enfin, nous proposons quelques perspectives (§ 6.4).

6.1. Retour sur les questions et les hypothèses de recherche

Notre questionnement porte sur les rapports que les enseignants en poste ou les étudiants en master se destinant à l'enseignement construisent avec les disciplines qu'ils enseignent (ou enseigneront) et sur les effets mutuels de ces rapports et de leur travail documentaire (§ 2.5).

Nous avons analysé ces rapports en proposant deux nouveaux concepts : l'*affinité disciplinaire* (définie par la conjonction de l'intérêt et de la conscience disciplinaires) et l'*affinité didactique* (définie par la conjonction de l'intérêt et de la conscience didactiques). Pour évaluer la pertinence de ces propositions, nous avons mis à l'épreuve ces concepts en combinant deux études, quantitative et qualitative.

L'étude quantitative, porte sur les étudiants en master se destinant à l'enseignement (questionnaire A, § 4.1). Elle concerne la construction et la genèse de l'intérêt disciplinaire, l'existence de l'affinité disciplinaire, ses relations avec les disciplines voisines et les sous-disciplines, ses effets éventuels sur l'enseignement de la physique et celui de la chimie et enfin les ressources qui ont pu fonder l'affinité disciplinaire. Chez les enseignants en poste, (questionnaire B, § 4.2), il s'agissait de repérer l'existence de l'intérêt relatif disciplinaire et didactique et d'étudier son évolution.

Nous avons mené la deuxième étude est qualitative plus particulièrement auprès de deux professeurs de physique-chimie, dans le cadre de l'enseignement du spectre en classe de seconde : Jean (PADP - Professeur d'Affinité Didactique « Physique ») et Philippe (PADC - Professeur d'Affinité Didactique « Chimie »). Nous avons identifié les effets mutuels de l'affinité et des interactions avec les collègues, les effets mutuels de l'affinité et du travail documentaire de l'enseignant, plus particulièrement concernant l'enseignement du spectre à travers la conception d'une ressource fille orientée, et la mise en œuvre de celle-ci.

Nous présentons dans ce qui suit nos résultats en fonction de nos questions de recherche (§ 2.5) : la conjonction de l'intérêt et de la conscience disciplinaires (resp. didactiques) (§ 6.1.1) ; les cohérences des affinités disciplinaires/didactiques (§ 6.1.2) ; les interactions entre affinités, ressources et pratiques (§ 6.1.3) ; la genèse de l'affinité disciplinaire et de l'affinité didactique, ses conditions d'émergence et d'évolution (§ 6.1.4).

6.1.1 Conjonction de l'intérêt et de la conscience disciplinaires (resp. didactiques)

Nous synthétisons dans cette partie les résultats concernant les relations entre intérêt et conscience disciplinaires (resp. didactiques).

Nous avons cherché à identifier les éléments constitutifs (intérêt et conscience) pour chaque affinité. Nous rappelons que ceux-ci peuvent être relatifs pour l'une ou l'autre discipline. Pour

cela, nous avons développé une méthodologie d'analyse (§ 3.6) qui nous permet d'inférer ces éléments à partir de déclarations (réponses au questionnaire, entretiens) (§ 3.1 & 3.2), et à partir du travail documentaire des enseignants en et hors classe (§ 3.5).

L'analyse du questionnaire A (§ 4.1.1) a révélé que 89% des étudiants interrogés ont un intérêt relatif pour la physique ou la chimie : 30/72 étudiants ont un intérêt relatif pour la chimie et 34/72 ont un intérêt relatif pour la physique. Nous avons aussi cherché des formes de la conscience disciplinaire dans les réponses. Nous avons trouvé que les étudiants déclarant un intérêt relatif pour une discipline manifestent une conscience forte pour la discipline majeure. Les entretiens plus approfondis menés avec six étudiants ont confirmé ces résultats. Ces étudiants ont une conscience disciplinaire développée pour la discipline pour laquelle ils ont un intérêt relatif. Ces résultats nous permettent de dire que 89% des étudiants se destinant en master à l'enseignement n'ont pas le même rapport avec la physique et la chimie.

L'analyse des entretiens menés avec les deux enseignants suivis (Jean et Philippe) a mis en évidence que Jean a un intérêt relatif et une conscience plus développée pour la physique que pour la chimie (§ 5.1.1). L'analyse de l'entretien avec la laborantine dans l'établissement de cet enseignant corrobore l'existence d'un intérêt relatif disciplinaire et didactique pour la physique (§ 5.1.1). En revanche, Philippe a un intérêt relatif et une conscience beaucoup plus pour la chimie que pour la physique. L'analyse de l'entretien avec le laborantin dans l'établissement de cet enseignant corrobore aussi l'existence de cet intérêt relatif (§ 5.2.1).

Par ailleurs, l'analyse de l'entretien avec Nicole et Paul (§ 5.3.3) a mis en évidence qu'ils ont un intérêt relatif et une conscience pour l'une ou l'autre discipline. Rappelons que l'entretien a eu lieu avec la présence de Nicole et Jean (annexe 7.1). Nicole a un intérêt pour la chimie : elle a ainsi suivi des formations plutôt « chimie ». Pour elle, la chimie est une science de la matière qui s'intéresse aux interactions. La physique est une science qui étudie les phénomènes macroscopiques. Les deux disciplines ont des relations au niveau de l'expérimentation et la modélisation, des outils mathématiques. En revanche, Paul manifeste un intérêt plus marqué pour la physique, confirmé par sa formation plutôt « physique ». Il considère, la chimie comme sous branche de la physique. Selon lui, la physique est conceptuellement beaucoup plus riche que la chimie. Les deux disciplines ont des points de contact dans la démarche expérimentale et la modélisation.

De même, ces résultats confirment aussi que les enseignants en poste n'ont pas le même rapport avec la physique et la chimie.

Par conséquent, nous retenons de l'étude qualitative (questionnaire A) et de deux études de cas (Jean et Philippe) et de deux entretiens avec Nicole et Paul que l'intérêt et la conscience disciplinaires apparaissent liés, ce qui soutient notre première hypothèse de recherche H1.a : « L'affinité disciplinaire est fondée par la conjonction de l'intérêt et de la conscience disciplinaire ».

Nous allons maintenant présenter les résultats de la conjonction de l'intérêt et de la conscience didactiques chez Jean et Philippe (déclarations et observations de classe), chez Nicole et Paul (déclarations), chez deux étudiants en master se destinant à l'enseignement (déclarations).

Cette étude a révélé que Jean et Philippe ont un intérêt didactique et une conscience didactique plus marquée pour une discipline que l'autre. Les déclarations de laborantins confirment la préférence de chaque enseignant pour l'enseignement d'une discipline ainsi que des effets de leurs affinités sur leur activité (§ 5.1.1 & 5.2.1).

L'analyse de l'entretien avec Nicole et Paul (§ 5.3.3) montre que ces enseignants ont un intérêt didactique et une conscience didactique beaucoup plus pour une discipline que l'autre :

Nicole déclare qu'elle aime autant l'enseignement de la physique que celui de la chimie mais elle se sent plus à l'aise dans l'enseignement de la chimie et elle a des réticences à enseigner certaines notions en physique « […] J'aime pas trop enseigner la thermodynamique, l'énergie... Donc, j'arrive pas à dire si c'est parce que j'ai une formation chimie que je préfère la chimie […] » (EG, annexe 7.1, phrase 159). Selon Nicole, l'enseignement de la chimie mobilise de nouvelles technologies, comme les nanotechnologies alors que celui de la physique repose sur de vieilles notions. De plus par rapport aux élèves, l'enseignement de la chimie est plus intéressant parce que l'aspect expérimental y est plus présent qu'en physique. Nous pouvons dire que Nicole a une conscience de l'enseignement de la chimie, et, même si elle déclare aimer autant l'enseignement des deux disciplines, elle a un intérêt plus marqué pour l'enseignement de la chimie. Le deuxième entretien révèle que Paul, préfère l'enseignement de la physique car, pour lui, l'épistémologie y est plus profonde qu'en chimie : selon lui, les concepts en physique sont mieux connectés entre eux, et ils sont beaucoup plus anciens et bien organisés : «*...moi je trouve que les concepts sont mieux connectés entre eux et ceux-ci une science beaucoup ancienne... forcement... elle a plus autant organisée que la chimie. Voilà, je pense à la chimie organique fin… c'est un peu bazar...* ». On peut en conclure qu'il exprime un intérêt et une conscience pour l'enseignement de la physique.

L'analyse des entretiens menés avec deux étudiants en master se destinant à l'enseignement (§ 4.1.5), permet aussi d'inférer une affinité didactique marquée.

Ces résultats confirment que les étudiants et les enseignants en poste n'ont pas la même relation avec l'enseignement de la physique et celui de la chimie.

Par conséquent, nous retenons de deux études de cas (Jean et Philippe) et des entretiens menés avec Nicole et Philippe puis avec deux étudiants en master se destinant à l'enseignement que l'intérêt et la conscience didactiques sont liés. Ainsi, ces résultats confortent notre première hypothèse de recherche H1.b : « L'affinité didactique est fondée par la conjonction de l'intérêt et de la conscience didactique ».

6.1.2 Les cohérences des affinités disciplinaires/didactiques

Nous présentons ici les résultats concernant les cohérences entre les affinités disciplinaires (physique ou chimie) et les affinités d'autres disciplines ; les cohérences entre les affinités didactiques (physique ou chimie) et les affinités didactiques d'autres disciplines.

Dans le questionnaire A, nous avons étudié les relations entre l'affinité disciplinaire et les l'intérêt pour les disciplines voisines (§ 4.1.3) et pour les sous-disciplines de la physique et de la chimie (§ 4.1.4) :

- nous avons cherché à identifier une relation entre l'intérêt pour la physique ou la chimie d'un côté et l'intérêt pour les mathématiques ou la biologie ou la géologie d'un autre côté. Nous avons identifié, chez les étudiants d'affinité « physique », une corrélation entre intérêt pour les mathématiques et intérêt pour la physique, au collège, au lycée et à l'université. Nous avons aussi identifié, pour ces mêmes étudiants, une corrélation entre intérêt pour la physique et intérêt pour la géologie au collège et au lycée. De même, nous avons identifié, chez les étudiants d'affinité « chimie », une corrélation entre l'intérêt pour la chimie et l'intérêt pour la biologie, au collège. L'affinité « physique » et l'affinité « chimie » ne sont pas isolées, mais s'inscrivent dans un réseau d'affinités. Les affinités sont corrélées de la manière suivante : chez les étudiants d'affinité « physique », on observe une covariation entre l'intérêt pour les mathématiques et l'intérêt pour la physique, l'intérêt pour la géologie et l'intérêt pour la physique, alors que chez les étudiants d'affinité « chimique » on observe une contra-variation entre l'intérêt pour les mathématiques et l'intérêt pour la chimie ;

- du point de vue des sous-disciplines, nous avons trouvé que les étudiants d'affinité « chimie » ont un intérêt beaucoup plus marqué pour les sous-disciplines de la chimie que pour celles de la physique. De même, les étudiants d'affinité « physique » ont un intérêt beaucoup plus marqué pour les sous-disciplines de la physique, mais aussi pour la chimie physique et la chimie générale : la première a des relations fortes avec la physique et la seconde est en partie mathématisée. Il semble donc que ce soit les relations avec la physique et les mathématiques qui conduisent les étudiants d'affinité « physique » à s'intéresser à ces deux sous-disciplines de la chimie. De façon générale, l'intérêt pour les sous-disciplines semble ainsi participer à la construction ou au renforcement de l'affinité pour la discipline.

Par conséquent, ces résultats issus de l'analyse du questionnaire A nous permettent de soutenir notre hypothèse H2.a : « L'affinité pour une discipline (physique ou chimie) est liée à l'affinité pour les sous-disciplines et pour les autres disciplines. Une affinité disciplinaire se comprend comme insérée dans un *réseau* d'affinités disciplinaires ».

Par rapport à la cohérence entre affinité didactique pour la physique ou pour la chimie et affinité didactique pour d'autres disciplines ou sous-disciplines, nous avons mené l'étude dans le cas de Jean : nous avons trouvé que son affinité didactique « physique » semble l'encourager à nouer des contacts non seulement avec des enseignants de SPC, mais aussi avec des collègues de SVT du fait de relations entre ces disciplines scolaires (§ 5.1.2) : Jean proposait à une collègue de SVT de parler, dans son cours de SVT, du concept « énergie », du point de vue de la physique. L'affinité didactique en physique de Jean l'encourage à proposer aux autres collègues d'autres disciplines (SVT), un éclairage disciplinaire sur l'enseignement des concepts transversaux (énergie). Il demande aux collègues de s'intéresser aux concepts issus dans sa discipline majeure. Ces résultats soutiennent notre hypothèse H2.b : « L'affinité didactique (physique ou chimie) a des relations avec l'enseignement d'autres disciplines et avec l'enseignement des sous-disciplines qui partagent des concepts, des langages, et des objectifs du curriculum ».

6.1.3 Les *interactions* entre affinités, ressources et pratiques des professeurs

Nous avons étudié les effets mutuels de l'affinité disciplinaire et didactique et du travail documentaire de deux enseignants (le système de ressources, la conception d'une ressource

fille, la mise en œuvre de celle-ci). Nous présentons les résultats de l'analyse de l'étude de deux cas : Jean et Philippe. Nous exposons ensuite les résultats de l'analyse du questionnaire A.

Cette partie est en relation avec le projet ANR ReVEA (tâche 1 et 3) :

> Il s'agit de réaliser des analyses précises des systèmes de ressources des professeurs, du travail des professeurs avec ces systèmes, et des évolutions de ces systèmes en lien avec leur travail documentaire. On s'intéressera aux aspects individuels du travail documentaire des professeurs, mais également à ses aspects collectifs[123], au sein d'équipes d'établissements (collèges et lycées) […] « est-ce que les systèmes de ressources comportent une ou plusieurs ressources cruciales, autour desquelles sont organisées les autres ressources ? » (document scientifique de l'ANR ReVEA, p. 21).

Etude de cas : Jean (PADP) et Philippe (PADC)

Les archives de Jean et ses interactions avec ses collègues constituent les ressources essentielles dans son enseignement. Il exploite ses archives en « recyclant » ses anciennes ressources et construisant des ressources filles. Nous avons repéré des effets mutuels entre l'affinité disciplinaire et didactique de Jean et ses interactions en et hors de son établissement : au sein de son établissement, parmi les professeurs de SPC, il interagit plutôt avec un professeur de formation plutôt « physique » au sujet de la physique et son histoire ; au sein du GFEN, il interagit avec des chercheurs en physique au sujet de questions d'ordre épistémologique. En classe de seconde, les ressources de Jean sont organisées en cohérence avec son affinité disciplinaire et didactique « physique ». Il passe beaucoup plus de son temps d'enseignement pour aborder des contenus relatifs à la physique. Il met l'accent sur les procédures expérimentales en chimie et sur les outils mathématiques en physique.

Les ressources du groupe SESAMES « modèle et activité » et les interactions avec ses collègues sont essentielles pour l'enseignement de Philippe. L'exploitation des ressources du groupe SESAMES lui permet de compléter son système de ressources surtout en physique. Nous avons repéré des effets mutuels entre l'affinité disciplinaire et didactique de Philippe et de ses interactions en et hors de son établissement : il soutient des discussions plus conceptuelles avec ses collègues dans le domaine de la chimie, alors que les discussions en physique portent sur les ressources qui lui manquent pour développer son enseignement dans ce domaine. Il développe aussi des interactions nourries avec ses collègues du groupe SESAMES, orientées par son affinité didactique « chimie » (chacun met les connaissances qu'il maîtrise le mieux au service du projet commun – construire des ressources correspondant au nouveau programme de la classe de seconde).

Jean construit la ressource fille orientée physique pour l'enseignement du spectre-astrophysique en s'appuyant sur deux ressources mères structurantes (§ 5.1.3) : « le roman des éléments » et le diaporama spectre-astrophysique. Jean s'appuie sur son collègue Gilles pour la conception et la mise en œuvre de la ressource fille à partir de l'idée du « colloque historique » (§ 5.1.3) basée sur un texte d'Auguste Comte. Il constitue un « canevas » de séquence reposant sur l'exploitation de 5 pochettes, dont deux concernent l'émergence du spectre et l'analyse spectrale. L'analyse praxéologique de ces deux pochettes « Raies

[123] Dans notre étude, nous nous intéressons au travail individuel ainsi qu'aux déclarations sur les interactions de l'enseignant avec ses collègues.

spectrales Bunsen et Kirchhoff » et « Débat Newton et Fraunhofer » met en évidence leur orientation physique. L'affinité disciplinaire « physique » de Jean lui permet de faire des liens entre les parties de chaque pochette ainsi qu'entre ces deux pochettes à travers l'histoire, l'épistémologie et les problèmes posés par la notion de spectre.

Philippe construit la ressource fille orientée chimie pour l'enseignement du spectre en s'appuyant sur une ressource mère structurante en physique. Ce sont les interactions avec les collègues du groupe SESAMES qui l'ont conduit à engager son travail documentaire à partir de cette ressource. Son affinité didactique « chimie » s'exprime dans la construction de la ressource fille orientée exploitant le spectroscope en carton comme *ressource expérimentale* pour disperser la lumière émise des différentes sources (§ 5.2.3). Il produit lui-même des spectres expérimentalement et les ajoute à sa ressource (comme il a une grande maîtrise il n'intègre que les informations indispensables dans cette partie de la ressource fille). Il semble qu'il voit le spectre comme un moyen d'identification des éléments chimiques d'une lampe fluo-compacte, ce qui lui permet de rebondir sur le caractère nocif du mercure et la nécessité du recyclage. Ainsi, il approfondit un exemple dans le domaine de la chimie.

Nous avons repéré à travers l'analyse de l'activité de Jean en classe plusieurs impacts de son affinité sur la mise en œuvre de la ressource fille orientée et sur les interactions de Jean avec ses élèves. En classe, il semble que l'affinité didactique et disciplinaire « physique » autorise l'enseignant à utiliser des ressources pour mettre en place une « situation-problème », l'extrait du texte d'Auguste Comte, qui pose deux problèmes : historique et épistémologique. Jean vise à développer les compétences des élèves à exploiter un texte d'histoire des sciences. Il donne une place importante aux topos des élèves : il met les élèves dans la situation de recherche pour construire leurs connaissances à partir de tâches complexes (questionnement, formulation d'une problématique). L'enseignant déclare qu'il ne craint pas que les élèves aillent dans une direction qu'il ne maîtrise pas : il vise à susciter des démarches d'investigation permettant une compréhension profonde de la physique à travers l'étude profonde du spectre-astrophysique. Il se concentre sur les travaux de physiciens dans ses questionnements et dans ses interactions avec ses élèves.

Nous avons repéré à travers l'analyse de l'activité de Philippe les impacts de son affinité sur la mise en œuvre de la ressource fille orientée et sur ses interactions avec ses élèves. Philippe vise à pousser les élèves qui ont des difficultés en mathématiques à s'exprimer, l'occasion en étant donnée car selon lui, il n'y a pas de mathématiques dans cet enseignement du spectre. Le topos des élèves est limité à quelques tâches : observer, dessiner, lire le modèle et l'activité. Parfois Philippe prend la place des élèves : quand il pose des questions il répond rapidement lui-même sans laisser les élèves s'exprimer. Le topos des élèves est moins étendu que dans le cas de Jean. Les élèves doivent observer les spectres de différentes sources lumineuses et reproduire ce qu'ils voient. Son affinité disciplinaire et didactique « chimie » l'entraîne aussi à donner des consignes pour jeter les lampes fluo compactes dans les décharges ou dans les magasins car le mercure est toxique. Le professeur identifie l'existence du mercure dans la lampe fluo compacte à travers la comparaison entre le spectre de la lampe fluo compacte et la lampe à vapeur de mercure. L'affinité didactique « chimie » de Philippe l'engage à prolonger une expérience au-delà de ce qui est décrit dans ses propres ressources.

Il semble que la praxéologie didactique locale de Jean pour l'enseignement du spectre est *beaucoup plus complète du côté de la physique, alors que* celle de Philippe est *beaucoup plus complète de côté de la chimie*.

Etude qualitative : étudiants en master se destinant à l'enseignement

Nous avons étudié les effets éventuels de l'affinité disciplinaire sur l'enseignement de la physique et de la chimie dans le questionnaire A (§ 4.1.5). L'affinité disciplinaire procure un sentiment de confort et d'assurance dans l'enseignement de la discipline majeure, engage à approfondir cet enseignement. En revanche, pour la discipline mineure, l'enseignant à besoin de temps pour assurer le contenu du programme ; il pense pouvoir mieux comprendre les difficultés des élèves dans la mesure où lui-même les a déjà éprouvées, et parfois les éprouve encore.

Suite à ces résultats, nous proposons de définir le concept de *confort* (§ 2.1.2) :

Nous appelons, *confort*, la conséquence de l'assurance du professeur vis-à-vis de son travail. L'assurance qualifie la position (topos) du professeur vis-à-vis du savoir, des ressources, des élèves et de ses collègues : le professeur renouvelle plus facilement ses ressources, en maîtrise les enjeux épistémologiques et didactiques, anticipe les difficultés des élèves et se prête plus facilement aux interactions et aux activités type « investigation » avec eux. Cette assurance dans la capacité à faire face à l'imprévu et au risque, se traduit par un confort dans l'enseignement.

Nous retenons des deux études de cas (Jean et Philippe) et de l'analyse du questionnaire A les effets mutuels de l'affinité disciplinaire et didactique (physique ou chimie) et du travail documentaire en général, plus particulièrement : des effets mutuels de l'affinité et de la préparation d'une ressource fille, des effets mutuels de l'affinité et de la mise en œuvre des ces ressources, des effets mutuels de l'affinité et des interactions de l'enseignant avec ses collègues et ses élèves. Ainsi, ces résultats soutiennent nos hypothèses de recherche : H3.a. « L'affinité didactique (physique ou chimie) d'un professeur influence son travail documentaire et contribue à la configuration de son système de ressources. Les ressources ont des effets sur l'affinité didactique d'un professeur». H3.b. « L'affinité didactique (physique ou chimie) conditionne le caractère plus ou moins complet des praxéologies didactiques d'un professeur ». H3.c. « L'affinité didactique (physique ou chimie) oriente les interactions documentaires des professeurs (concepteur ou récepteur des ressources dans une discipline ou sous-discipline) ».

6.1.4 Genèse de l'affinité disciplinaire (resp. didactique), ses conditions d'émergence et d'évolution

Nous présentons d'abord les résultats concernant l'émergence des affinités disciplinaire et didactique. Nous exposons ensuite les résultats concernant l'évolution de ces affinités.

Emergence d'une affinité disciplinaire et didactique

A travers l'analyse du questionnaire A et B, nous avons repéré les éléments jouant un rôle dans l'émergence de l'affinité disciplinaire.

L'analyse des questionnaires A et B a mis en évidence que l'affinité disciplinaire (physique ou chimie) peut être transmise par l'enseignement reçu en tant qu'élève ou en tant qu'étudiant. Ces résultats appuient l'hypothèse : « H4.a : L'affinité disciplinaire est transmise par l'enseignement reçu (connaissances reçues pendant la scolarité). Les enseignants donnent de l'importance aux savoirs de cette discipline, ils pratiquent des méthodes différentes et prennent du plaisir à enseigner, proposent des activités et des ressources différentes et cherchent à faire comprendre aux élèves la discipline pour laquelle ils ont l'affinité ».

L'analyse du questionnaire A met aussi en évidence que certaines ressources rencontrées au moment des apprentissages disciplinaires contribuent à fonder l'affinité pour la physique et/ou la chimie. C'est particulièrement le cas pour des ressources de « vulgarisation scientifique », par exemple pour l'émission « c'est pas sorcier » ou encore le journal « science et vie ». Ces résultats soutiennent l'hypothèse « H4.c : Les ressources reçues pendant la scolarité peuvent fonder l'affinité disciplinaire car elles permettent la découverte des nouvelles notions, ou favorise la compréhension de la discipline ». A travers l'analyse de l'entretien avec un étudiant en master se destinant à l'enseignement (cb30), apparaît le rôle de sa famille dans l'émergence de son affinité pour la chimie : il explique qu'il a eu un intérêt pour la science surtout la physique et la chimie dès son enfance car les membres de sa famille sont des scientifiques : « H4.b. L'affinité disciplinaire est transmise par le tissu social proche. La famille, les amis, les proches donnent de l'importance aux sciences, à l'expérimentation, aux liens entre la discipline concernée et la vie quotidienne ».

L'analyse du questionnaire B met en évidence que l'intérêt disciplinaire est en relation avec l'intérêt didactique. Les 18 enseignants qui préfèrent la chimie, préfèrent aussi l'enseignement de la chimie. Parmi les 15 professeurs qui préfèrent la physique, 11 ont aussi un intérêt relatif pour l'enseignement de la physique. De plus, les résultats de l'analyse des entretiens menés avec six étudiants en master se destinant à l'enseignement et les deux enseignants suivis (Jean et Philippe), nous montrent que l'affinité didactique « physique » ou « chimie » est en relation avec l'affinité disciplinaire « physique » ou « chimie ». *Nous pouvons en déduire que l'affinité disciplinaire constitue le noyau de l'affinité didactique*. Par conséquent, ces résultats appuient l'hypothèse « H4.d. L'affinité disciplinaire favorise la construction d'une affinité didactique du fait de connaissances acquises dans cette discipline ce qui procure la facilité, et le plaisir d'enseigner la discipline ».

Affinité disciplinaire (resp. didactique) pour une ou deux disciplines

Affinité disciplinaire

L'analyse du questionnaire A met en évidence que les étudiants (64 sur 72) en master se destinant à l'enseignement expriment un intérêt relatif (de 1 à 5) pour l'une ou l'autre discipline. Plus de la moitié de chaque population « physique » ou « chimie » (22/34 et 16/30) exprime un intérêt relatif marqué pour la discipline majeure, c'est-à-dire un intérêt supérieur ou égal à 3 sur une échelle de 5. Ces étudiants expriment une conscience cohérente avec leur intérêt relatif. A travers l'analyse de l'étude de deux cas (Jean et Philippe), nous avons repéré que Jean a, dès le début de sa carrière, une affinité relative disciplinaire pour la physique alors que Philippe a une affinité relative disciplinaire pour la chimie. Les résultats du questionnaire A et l'étude de deux cas appuient l'hypothèse « H4.1.a. La majorité des enseignants a une

affinité relative forte pour la discipline majeure par rapport à la discipline mineure. Les enseignants continuent à s'identifier comme ayant un rapport particulier avec une des deux disciplines ». En revanche, nous avons trouvé que 5 étudiants en master se destinant à l'enseignement sur 72 ont un intérêt disciplinaire relatif égal et expriment une conscience pour la physique et la chimie. A travers l'analyse du questionnaire B, nous avons repéré que 4 professeurs sur 44 ont un intérêt pour la discipline mineure qui se constitue en tant qu'étudiant au CAPES et en tant que professeur : « H4.1.b. L'exercice du métier amène les enseignants à avoir une affinité pour les deux disciplines ».

Affinité didactique

Par ailleurs, l'étude de deux cas (Jean et Philippe), dès le début de leur carrière, met en évidence que Jean a une affinité didactique relative pour la physique alors que Philippe a une affinité didactique relative pour la chimie. L'analyse du questionnaire B révèle que, 18/24 professeurs préférant la chimie ont un intérêt marqué pour l'enseignement de cette discipline. De même, sur les 15 professeurs préférant la physique, 11/15 manifestent un intérêt marqué pour son enseignement. Autrement dit, l'intérêt relatif didactique déclaré, dans la plupart des cas, est cohérent avec l'intérêt relatif disciplinaire déclaré. L'intérêt disciplinaire est un bon indicateur pour déterminer l'intérêt didactique, même si ces deux dimensions ne sont pas toujours corrélées.

Ces résultats appuient l'hypothèse : « H4.1.c. Les enseignants ont une affinité didactique encore marquée pour la discipline majeure par rapport à l'affinité didactique pour la discipline mineure. Cette affinité didactique est en cohérence avec l'affinité disciplinaire ».

A travers l'analyse du questionnaire B, nous avons trouvé que l' « obligation d'enseignement de la physique » est la raison la plus fréquente évoquée pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la physique chez six enseignants qui préfèrent la chimie. De la même façon, l'obligation d'enseignement de la chimie est la raison pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la chimie chez deux professeurs préférant la physique. Ces résultats appuient l'hypothèse « H4.1.d. L'exercice du métier amène les enseignants à avoir une affinité didactique égale pour les deux disciplines ».

Evolution de l'affinité disciplinaire et didactique

Les affinités sont exposées à certains phénomènes pendant la vie du professeur (réaction d'élèves, d'étudiant, rencontre avec des chercheurs, des enseignants, des experts). Nous analysons l'évolution de l'intérêt disciplinaire à partir du questionnaire A (étudiants en master se destinant à l'enseignement). Nous présentons ensuite l'évolution de l'intérêt disciplinaire et didactique à partir du questionnaire B (professeurs en poste) et chez les deux enseignants suivis.

Affinité disciplinaire

L'analyse du questionnaire A met en évidence que, pour la majorité des étudiants, l'intérêt pour la physique et la chimie se constitue très tôt (§ 4.1.2) (55 sur 72 étudiants ont un intérêt pour la chimie qui se constitue au collège ; 62 sur 72 étudiants ont un intérêt pour la physique

qui se constitue au collège). Pour la discipline majeure, l'intérêt augmente au lycée et se stabilise à l'université. Pour la discipline mineure, l'intérêt diminue à l'université. Les raisons de la genèse ou de l'évolution de l'intérêt pour la discipline majeure sont : enseignement reçu pendant la scolarité, rapport aux sous-disciplines de la discipline majeure. Les étudiants d'affinité « chimie » expliquent majoritairement la diminution ou la stabilité de leur intérêt pour la physique par la relation de la physique avec les mathématiques. Les étudiants d'affinité « physique » expliquent majoritairement la diminution de leur intérêt pour la chimie à l'université à cause de la chimie organique.

Le questionnaire B met en évidence que, pour les professeurs d'intérêt relatif pour la physique (IRP) ou pour la chimie (IRC), l'augmentation de l'intérêt pour la discipline majeure (§ 4.2.2) est continue en tant qu'élève et étudiants au lycée et en CPGE et en Université. L'intérêt pour la chimie chez les professeurs d'IRC augmente en tant qu'élève et étudiant au lycée (13/24) et en CPGE (12/24) et en Université (10/24). L'intérêt pour la physique chez les professeurs d'IRP augmente en tant qu'élève et étudiant au lycée (4/15) et en CPGE (4/15). A travers cette étude, la catégorie la plus fréquente pour expliquer l'augmentation de l'intérêt disciplinaire est l'enseignement reçu.

Les résultats du questionnaire A et B, soutiennent l'hypothèse « H4.2.a. Après sa genèse, elle peut évoluer très tôt grâce à un enseignant qui permet de faire comprendre la discipline (épistémologie, histoire, objet) ».

L'analyse du questionnaire B révèle qu'il existe une augmentation de l'intérêt pour la discipline mineure, dès lors que l'on se prépare à l'enseigner (§ 4.2.2) en tant qu'étudiant en préparation au CAPES ou agrégation (intérêt pour la chimie augmente chez 5/15 enseignants d'Intérêt relatif physique (IRP) ; intérêt pour la physique augmente chez 4/24 enseignants d'Intérêt relatif chimie (IRC)) et aussi du fait qu'ils doivent enseigner (intérêt pour la chimie augmente chez 4/15 enseignants d'IRP ; intérêt pour la physique augmentent chez 10/24 enseignants d'IRC).

Ces résultats appuient l'hypothèse « H4.2.b. Le statut de l'enseignant l'oblige à enseigner les deux disciplines. C'est la nécessité d'enseigner qui fait évoluer l'affinité disciplinaire ».

Affinité didactique

L'analyse du questionnaire B révèle, pour certains professeurs, une stabilité (17/44) ou une augmentation de l'intérêt *didactique* pour la chimie (9/44) surtout chez les professeurs qui ont déjà un intérêt relatif pour la chimie. Pour (8/44) enseignants, l'intérêt pour l'enseignement de la chimie dépend de la classe ou du niveau enseigné (collège, lycée, classe préparatoire, faculté). En revanche, pour la moitié des professeurs, l'intérêt pour l'enseignement de la physique augmente (8/44) ou est stable (15/44) en tant qu'enseignant. L'intérêt pour l'enseignement de la physique dépend chez certains enseignants (8/44) de la classe enseignée ou du niveau enseigné (collège, lycée, classe préparatoire, faculté). Les effets des élèves est la raison la plus fréquente pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique chimie alors que la catégorie « programme » est la plus fréquente pour expliquer la diminution de l'intérêt didactique chimie ou physique. L'obligation d'enseigner la physique est la raison la plus fréquente pour expliquer l'augmentation de l'intérêt didactique pour la physique. Ces résultats

soutiennent l'hypothèse selon laquelle « H4.2.d. L'affinité didactique peut évoluer sous l'effet de plusieurs facteurs qui sont à déterminer. Par exemple, la nécessité pour un professeur, du fait de son statut, d'enseigner deux disciplines le conduit à rechercher à découvrir et à développer des nouvelles ressources ce qui permet de retravailler ses connaissances pour et par le travail documentaire. Nous faisons aussi l'hypothèse que l'évolution de l'affinité disciplinaire fait évoluer l'affinité didactique. Les interactions de l'enseignant avec les collègues, les interactions avec les élèves, les changements des programmes peuvent aussi être des facteurs d'évolution de l'affinité didactique ». Dans notre étude, nous n'avons pas repéré de cas où l'évolution de l'affinité didactique précède l'évolution de l'affinité disciplinaire. Cette éventualité reste, pour nous, une question ouverte.

L'étude approfondie de deux cas a révélé que l'affinité disciplinaire et didactique peut évoluer pour la discipline mineure au cours du temps. Jean a découvert l'histoire des sciences en chimie à travers le livre « le roman des éléments », son intérêt et sa conscience pour la chimie ont augmenté. Cela augmente son affinité pour la chimie, originellement faible. Cela lui permet aussi d'augmenter son intérêt pour *l'enseignement* de la chimie. En revanche, Philippe a une affinité relative disciplinaire et didactique en chimie depuis toujours. Son intérêt pour la physique a augmenté grâce aux changements du programme car ils préconisent de réduire les formules mathématiques en physique. Cela a augmenté aussi son intérêt pour la physique et puis pour l'enseignement de la physique, car il trouve que ses élèves ont moins de difficultés en physique. Les discussions avec ses collègues dans le groupe SESAMES lui ont permis d'augmenter ses connaissances en physique. En conséquence, cela augmente sa conscience en physique et sa conscience didactique en physique. Il semble que son affinité disciplinaire et didactique augmente pour la physique. Ces résultats concernant les deux études de cas appuient les hypothèses :

« H4.2.c. L'affinité disciplinaire évolue pour une ou les deux disciplines du fait de la recherche et de la découverte de l'épistémologie et de l'histoire des notions dans des ressources » et « H4.2.d. L'affinité didactique peut évoluer sous l'effet de plusieurs facteurs qui sont à déterminer. Par exemple, la nécessité pour un professeur, du fait de son statut, d'enseigner deux disciplines le conduit à rechercher à découvrir et à développer des nouvelles ressources ce qui permet de retravailler ses connaissances pour et par le travail documentaire. Nous faisons aussi l'hypothèse que l'évolution de l'affinité disciplinaire fait évoluer l'affinité didactique. Les interactions de l'enseignant avec les collègues, les interactions avec les élèves, les changements des programmes peuvent aussi être des facteurs d'évolution de l'affinité didactique ».

6.2. Limite de l'étude et domaine de validité des résultats

Les résultats obtenus doivent être pensés dans la dynamique d'une réflexion sur les effets mutuels de l'affinité disciplinaire et didactique et du travail documentaire des professeurs. L'étude quantitative (questionnaire A et questionnaire B) et le suivi de deux enseignants nous ont permis de recueillir un ensemble important de données, que nous avons analysées. Certains points de notre méthodologie doivent être questionnés.

Lors de notre travail autour du questionnaire A, notre cadrage théorique et notre méthodologie étaient en cours de construction. Nous avons perçu alors la complexité de la notion de

conscience disciplinaire. Dans ce questionnaire, nous n'avons pas posé de questions concernant directement ce concept. Les réponses au questionnaire A nous ont cependant permis d'inférer, selon notre propre interprétation épistémologique des réponses, des formes de faible et de forte conscience disciplinaire. Approfondir cette question nécessiterait sans doute un travail important qui reste à faire. Pour pallier les insuffisances du questionnaire, nous avons interviewé des étudiants dont les réponses nous paraissaient plus particulièrement riches. Les résultats des entretiens nous ont permis de confirmer, sur un échantillon assez faible, l'analyse du questionnaire concernant le lien entre l'intérêt et la conscience pour l'une ou l'autre discipline. Cette étude quantitative et qualitative s'appuie uniquement sur des déclarations. Pour aller plus loin, nous avons suivi deux enseignants de SPC en poste pour inférer la réalité de ces liens entre intérêt et conscience de l'activité réelle des enseignants, le cœur de cette activité étant, pour nous, leur travail documentaire.

Les entretiens que nous avons menés avec trois enseignants (entretien avec Jean et Nicole ; entretien avec Paul) en première année de thèse nous ont permis d'ouvrir quelques pistes pour une première approche de l'affinité disciplinaire et didactique et en relation avec les ressources travaillées pour l'enseignement de la physique et celui de la chimie et plus particulièrement pour l'enseignement du spectre en seconde. En deuxième année de thèse, nous n'avons pas pu suivre le travail documentaire de Jean d'affinité didactique et disciplinaire physique dans l'enseignement du spectre en seconde car les outils méthodologiques étaient en cours de construction. Plus précisément nous n'avons pas d'observation de classe quand les élèves observent les spectres de différentes sources lumineuses. Mais, nous l'avons suivi dans l'enseignement du spectre-astrophysique car il est susceptible de dévoiler l'expression de l'affinité disciplinaire et didactique de Jean. Durant la troisième année de thèse, nous avons suivi Philippe dans l'enseignement du spectre. Nos résultats mettent en évidence une évolution de l'affinité disciplinaire et didactique en relation avec les ressources mises en œuvre, mais il faut reconnaître qu'un an de suivi n'est pas suffisant pour saisir les évolutions profondes du travail documentaire. Suivre le processus de mise en œuvre de ressources-filles orientées par quatre professeurs (deux pour chaque type d'affinité), sur deux ans, et pour l'enseignement d'un thème physique et d'un thème chimie, aurait sans doute permis de mieux appréhender les effets mutuels de l'affinité didactique et disciplinaire et du travail documentaire des professeurs.

Certains des outils de recueil de données que nous avons mis en place visent la réflexivité des enseignants sur leur propre pratique. A travers le croisement des données issues de différents outils méthodologiques que nous avons effectués, nous pensons avoir surmonté dans une certaine mesure la limite concernant la subjectivité des enseignants.

6.3. Développements théoriques et méthodologiques

Nous présentons dans cette partie les développements théoriques que nous avons proposés (§ 6.3.1) et les développements méthodologiques (§ 6.3.2).

6.3.1 Développements théoriques

L'étude des rapports que les enseignants construisent avec les disciplines qu'ils enseignent à travers les ressources est riche d'une certaine façon tant au niveau théorique qu'au niveau

méthodologique. Nous présentons dans ce qui suit les développements théoriques que nous avons proposés : affinités disciplinaire et didactique ; développement de l'approche documentaire du didactique à travers les concepts de : ressource fille orientée, ressource mère structurante ; articulation entre l'approche documentaire et anthropologique du didactique à travers le concept de document orienté.

L'étude des rapports des enseignants aux disciplines qu'ils enseignent nous a poussé à réfléchir à partir de plusieurs concepts utilisés habituellement pour étudier les rapports des élèves aux disciplines enseignés. Ce travail nous a amené à définir deux concepts : l'*intérêt* et la *conscience* disciplinaires. *L'affinité disciplinaire* est la conjonction de ces deux concepts : intérêt et conscience disciplinaires. De plus, nous avons cherché à définir les rapports des enseignants à l'enseignement des disciplines. Pour cela, nous avons défini deux concepts : l'*intérêt* et la *conscience* didactiques. L'articulation entre ces deux concepts nous donne *l'affinité didactique*.

Nous avons tenté de contribuer au développement de l'approche documentaire en introduisant des concepts qui nous semblent éclairer le travail documentaire des enseignants d'affinités didactiques et disciplinaires différentes : les ressource mères structurantes qui permettent à la fois de faire évoluer l'affinité disciplinaire et didactique de l'enseignant et de construire des nouvelles ressources ; la *ressource fille orientée* pour désigner les ressources dont la production est pilotée par l'affinité didactique de l'enseignant.

Par ailleurs, nous avons proposé une articulation entre les deux approches documentaire et anthropologique du didactique pour analyser la praxéologie didactique de l'enseignant d'affinité didactique à travers ses ressources. Nous avons défini un document orienté pour un enseignement donné comme une entité mixte composée d'une ressource fille orientée et de praxéologie didactique de l'enseignant liée à l'enseignement visé. Le repérage de la praxéologie didactique de l'enseignant est une entrée dans la compréhension de sa pratique, et de son travail documentaire car il comporte deux parties : savoir-faire (praxis) et savoir (logos).

La mise en œuvre de ces développements théoriques nous a semblé féconde. Ceux-ci devront être mis à l'épreuve dans d'autres contextes pour que leur pertinence soit davantage établie.

6.3.2 Développements méthodologiques

Nous questionnons ici différents développements méthodologiques concernant les représentations schématiques, les entretiens des ressources humaines critiques associées au travail documentaire des enseignants et l'analyse des données.

Nous avons mis à l'épreuve des outils méthodologiques spécifiques, en particulier des représentations graphiques étendues à partir de celles que proposait l'approche documentaire à son origine (par exemple les représentations schématiques des systèmes de ressources) : des représentations de nature épistémologique (Représentation Schématique des relation entre la physique, la chimie et leur enseignement), des représentations de nature anthropologique (Représentation Schématique de la praxéologie didactique) ou encore interactionnelle (Représentation schématique pour les interactions avec les collègues), cette dernière ayant été déjà développée par Hammoud (2012). Ces représentations se sont révélées pertinentes pour l'analyse de la conscience disciplinaire et de la praxéologie didactique de l'enseignant

(conscience didactique) et, plus généralement, pour repérer les effets mutuels de l'affinité et de travail documentaire.

Pour saisir les interactions de l'enseignant avec les acteurs dans le laboratoire de physique-chimie (et repérer l'intérêt disciplinaire et didactique à travers la demande des matériels par exemple) nous avons réalisé des entretiens avec le(la) laborantin(e) dans l'établissement de chaque enseignant. Cette démarche, combinant étude des ressources humaines et matérielles du travail documentaire des enseignants nous est apparue particulièrement fructueuse.

Notre recherche a nécessité de penser des méthodes d'analyse des nouveaux outils que nous avions introduit.

6.4. Perspectives

Les résultats obtenus, les développements théoriques et méthodologiques que nous avons proposés nous semblent ouvrir des perspectives théoriques, méthodologiques et pratiques.

Ce travail de thèse modifie la représentation du professeur de physique-chimie. Imaginée au départ comme étant un spécialiste à part égale des deux disciplines et de leur enseignement, ce travail de recherche montre que l'enseignant de physique-chimie a des rapports privilégiés avec une de ces deux disciplines. Développer chez les enseignants une affinité forte pour les deux disciplines devient don un nouvel objectif de formation des enseignants.

En outre, de nouvelles recherches pourraient viser d'une part à comprendre ce qui, dans les pratiques des enseignants de collège ou lycée génère la naissance d'une affinité en lycée ou collège et d'autre part à mieux comprendre pourquoi l'affinité pour la discipline mineure diminue à l'université.

Du point de vue pratique, ce travail pourrait donner des pistes pour la conception de dispositifs de formations des enseignants de physique-chimie visant l'évolution des affinités disciplinaire et didactique surtout pour la discipline mineure. Il nous semble que les ressources concernant l'épistémologie et l'histoire de la discipline, les liens de la discipline avec la vie courante, les liens de la discipline avec les disciplines voisines et les sous-disciplines, les interactions entre les collègues sont cruciales pour développer une affinité disciplinaire faible.

Au niveau méthodologique, la limite de temps a constitué un facteur qui nous a empêchés de suivre des étudiants en master se destinant à l'enseignement pendant leurs stages. Nous avons repéré dans l'analyse du questionnaire A des formes de faibles et fortes conscience disciplinaire. Il serait très utile de pouvoir suivre des étudiants d'affinités disciplinaires différentes qui seraient face à face au métier d'enseignant. Il serait utile aussi de retravailler les catégories proposées concernant les formes de conscience disciplinaire, l'évolution de l'intérêt disciplinaire, les effets de l'affinité sur l'enseignement. Au même niveau, nous avons suivi deux enseignants en poste d'affinités différentes pendant l'enseignement du thème de spectre en seconde. C'est un thème que nous avons considéré comme commun entre la physique et la chimie. Il serait aussi très utile de pouvoir suivre des enseignants d'affinités disciplinaires et didactiques différentes pour enseigner un contenu dominant en physique et un autre dominant en chimie pour bien saisir les effets mutuels de l'affinité et du travail documentaire des enseignants. Dans ce cas, nous pouvons poser des questions : est-ce qu'il

existe des expressions différentes de l'affinité dans le système de ressource et la praxéologie didactique de chaque enseignement ? Le manque de temps nous a empêchés de suivre les enseignants sur le long terme (plus d'un an ou deux ans). Il serait utile de pouvoir suivre des enseignants sur longues périodes afin de pouvoir saisir des éléments de l'évolution de l'affinité disciplinaire et didactique et des évolutions touchant des systèmes de ressources et des activités enseignantes.

Par ailleurs, nous avons étudié les interactions de deux enseignants d'affinité différentes avec leurs collègues en s'appuyant sur leurs déclarations. Nous avons trouvé que Jean a des interactions au sein du groupe GFEN et Philippe au sein du groupe SESAMES. Il serait très utile de suivre le travail documentaire de l'enseignant au sein d'une communauté. Dans ce cas, nous pourrions poser de nouvelles questions : Quels sont les effets mutuels de l'affinité disciplinaire et didactique et des interactions de l'enseignant dans son travail collectif concernant la préparation des ressources filles orientées et la mise en œuvre de celles-ci ?

Toujours au niveau méthodologique, la richesse du corpus ne nous semble pas avoir été complétement exploitée. Par exemple : nous n'avons pas fait d'analyse de données textuelles qui nous auraient permis de dégager des éléments autour de la culture acquises chez un enseignant d'affinité « physique » et chez un autre d'affinité « chimie » : langage dans les ressources de l'enseignant, langage dans les interactions avec les élèves.

En outre, nous avons des déclarations concernant les effets de l'affinité sur les élèves. Il serait utile de suivre l'intérêt et la conscience disciplinaires chez les élèves ainsi qu'un suivi de leur apprentissage dans les deux disciplines (physique et chimie) et le lien entre l'affinité disciplinaire et la maîtrise disciplinaire : est-ce qu'une affinité disciplinaire a un impact sur l'intérêt des élèves et/ou leurs performances ?

Au niveau théorique, nous avons repéré que les ressources mères structurantes entrent dans la conception de la ressource fille orientée et développent l'affinité disciplinaire et didactique. Est-ce que ces ressources mères structurantes seront utilisées dans d'autres contenus pour concevoir d'autres ressources ? Dans l'analyse praxéologique, nous avons étudié les impacts de l'affinité sur les interactions de chaque enseignant avec les élèves. Il serait utile d'étudier en profondeur comment chaque enseignant d'affinité didactique physique ou chimie spécifie une place pour lui-même ainsi que une place pour les élèves dans l'enseignement d'un contenu comme le spectre en seconde. Il serait utile aussi de comparer les moments didactiques et de creuser l'analyse des objets ostensifs et non-ostensifs (Chevallard, 1998) chez les deux enseignants.

Nous pensons avoir donné des éléments de réponses au questionnement initial, celui des rapports des enseignants ou étudiants en master se destinant à l'enseignement aux disciplines qu'ils enseignent (enseigneront) à travers les ressources dans le cas de physique et de chimie. Les résultats montrent l'existence d'une affinité pour une des deux disciplines, et elles mettent en évidence les relations fortes entre genèse de l'affinité disciplinaire et didactique et genèse des ressources de l'enseignant. Ce travail constitue une première approche de ce questionnement, auquel nous souhaitons donner suite à travers des recherches ultérieures

Bibliographie

Adler, J. (2010). La conceptualisation des ressources. Apports pour la formation des professeurs de mathématiques. In G. Gueudet, & L. Trouche (dire.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 23-39). Rennes: Presses Universitaires de Rennes et INRP.

Alluin, F. (2007). L'image des sciences physiques et chimiques au lycée (LEGT et LP). *Les dossiers Enseignement scolaire(181)*. MEN-Direction de l'évaluation, de la perspective et de la performance. En ligne (consulté le 22 mai 2014) : http://www.education.gouv.fr/cid4848/l-image-des-sciences-physiques-chimiques-lycee-t.html.

Alturkmani, M.-D. (2011). *Approche anthropologique pour analyser les connaissances de chimie mises en jeu lorsque des étudiants conçoivent un protocole avec le logiciel Copex-chimie*. Mémoire de Master 2 Recherche. Université Joseph Fourier.

Alturkmani, M.-D. (2013). Travail documentaire des enseignants à travers les changements du programme et affinité didactique : le cas des professeurs de physique-chimie. Congrès international AREF, 27-30 août, Montpellier, France.

Alturkmani, M.-D. (2014). Affinité disciplinaire et didactique : le cas des professeurs de physique-chimie en formation. *Revue Skholê, 18*(1), 133-139.

Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint , J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences* . Bruxcelles : De Boek.

Barlet , R. (1999). L'espace épistémologique et didactique de la chimie. *BUP, 93*(817), 1423-1448.

Beillerot, J. (2000). Le rapport au savoir. Dans N. Mosconi, J. Beillerot , & C. Blanchard-Laville (dir.), *Formes et formations du rapport au savoir* (pp. 39-57). Paris: L'Harmattan.

Beillerot, J., Blanchard-Laville, C., & Mosconi, N. (1996). *Pour une clinique du rapport au savoir*. Paris: L'Harmattan.

Bordé, P. (2008). *Combien de couleurs y-a-t-il dans l'arc-en-ciel?* Paris: Les petits pommes du savoir.

Bosch, M., & Gascon, J. (2005). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. Dans A. Mercier, & C. Margolinas (dir.), *Balises pour la didactique des mathématiques* (pp. 107-122). Grenoble: La pensée sauvage.

Brousseau, G., & Sarrazy, B. (2002). *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques*. DAEST. En ligne : http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf.

Caillot, M. (2001). Y a-t-il des élèves en didactique des sciences ? Ou quelles références pour l'élève ? Dans A. Terrisse (dir.), *Didactique des disciplines. Les références au savoir* (pp. 141-155). Bruxelles: De Boeck Université.

Caillot, M. (2014). Les rapports aux savoirs des élèves et des enseignants. Dans M.-C. Bernard, A. Savard, & C. Beaucher (dir.), *Le rapport aux savoirs : une clé pour analyser les épistémologies enseignantes et les pratiques de classe* (pp. 7-18). Québec: Livres en ligne du CRIRES. En ligne http://lel.crires.ulaval.ca/public/le_rapport_aux_savoirs .pdf.

Caraës, M.-H., & Marchand-Zanartu, N. (2011). *Images de pensée.* Paris: Editions de la Réunion des musées nationaux.

Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir. Eléments pour une théorie.* Paris: Anthropos.

Charlot, B. (2003). La problématique du rapport au savoir. In S. Maury , & M. Caillot (dir.), *Rapport au savoir et didactiques* (pp. 33-50). Paris: Editions Fabert.

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques, 12*(1), 73-112.

Chevallard, Y. (1994). Ostensifs et non-ostensifs dans l'activité mathématique. Dans E. Gallo, L. Giacardi, & F. Pastrone (dir.), *Actes du séminaire de l'associazione Mathesis* (pp. 190-200). Turin.

Chevallard, Y. (1998). Analyse de pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique. In R. Noirfalise (dir.), *Analyse de pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : Actes de l'université d'été de La Rochelle* (pp. 91-120). IREM de Clermont-Ferrand.

Chevallard, Y. (1999). La recherche en didactique et la formation des professeurs : problématiques, concepts, problèmes. Dans M. Bailleul (dir.), *Actes de la Xème école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 98-112). IUFM de Caen.

Chevallard, Y. (2005). Didactique et formation des enseignants. Dans B. David (Ed.), *Implusions 4* (pp. 215-231). Lyon: INRP.

Chevallard, Y. (2010). La didactique, dites-vous? *Education et didactique, 1*(4), 136-143.

Chevallard, Y., & Cirade, G. (2010). Les ressources manquantes comme problème professionnel. Dans G. Gueudet , & L. Trouche (dir.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 19-29). Rennes: Presses Universitaires de Rennes et INRP.

Cossette, P. (1994). Les cartes cognitives au service de l'étude des organisations. Dans P. Cossette (dir.), *Cartes cognitives et organisations* (pp. 3-12). Quebec: Presses de l'Université Laval et Paris : Editions Eska.

Cossette, P. (2003). Méthode systématique d'aide à la formulation de la vision stratégique : illustration auprès d'un propriétaire-dirigeant. *Revue de l'Entrepreneuriat, 2*, 1-17.

Downing, J., & Fijalkow, J. (1984). *Lire et raisonner.* Toulouse: Privat.

Etzioni, A. (1969). *The semi-professions and their organization: Teachers, nurses, social workers*. New York : The Free Press.

Gardner, P.-L. (1996). Students' interests in science and technology: Gender, age and other factors. *Paper written for the International Conference on Interest and Gender*.

Genin, C. (2006). De l'analyse spectrale aux spectroscopies. Histoire et applications. *BUP, 100*(881), 235-246.

Genin, C. (2008). Kirchhoff et Bunsen fondent l'analyse spectrale. *Bibnum*, 1-10.

Goigoux, R. (2007). Un modèle de l'activité des enseignants. *Eduction et didactique, 1*(3), 47-69.

Grossman, P.-L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education.* Teachers College Press.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et Didactique, 2*(3), 7-33.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentary systems for mathematics teachers? . *Educational Studies in Mathematics, 71*, 199-218.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. Dans G. Gueudet, & L. Trouche (dir.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 57-74). Rennes: Presses Universitaires de Rennes et INRP.

Guin, D., & Trouche, L. (2002). *Calculatrices symboliques. Transformer un outil un instrument du travail mathématique : un problème didactique.* Grenoble: La Pensée Sauvage.

Guyon, E. (2008). *Etude des raisons d'apparition d'erreurs stables chez les élèves de troisième sur un sous domaine du calcul littéral : la factorisation*. Mémoire de Master 2 Recherche. Université Joseph Fourier.

Hammoud, R. (2012). *Le travail collectif des professeurs en chimie comme levier pour la mise en œuvre de démarche d'investigation et le développement des connaissances professionnelles. Contribution au développement de l'approche documentaire du didactique*. Thèse de doctorat. Université Lyon 1. En ligne sur https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00762964.

Hassan, R., & Lahanier-Reuter, D. (2013). Questions de méthodes. Dans C. Cohen-Azera, D. Lahanier-Reuter, & Y. Reuter (dir.), *Conscience disciplinaire. Les représentations des disciplines à la fin de l'école primaire* (pp. 19-33). Paideia: Presses Universitaires de Rennes.

Houart, M. (2009). *Etude de la communication pédagogique à l'université à travers les notes et les acquis des étudiants à l'issue du cours magistral de chimie.* Thèse de doctoat. Université de Namur.

Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching : a changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education, 70*, 701-705.

Kermen, I. (2007). *Prévoir et expliquer l'évolution des systèmes chimiques*. Thèse de doctorat. Université Paris Diderot-Paris 7.

Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science : Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education, 33*, 27-50.

Lafarge , D. (2010). *Analyse didactique de l'enseignement-apprentissage de la chimie organique jusqu'à bac+2 pour envisager sa restructuration*. Thèse de doctorat. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.

Larcebeau, S. (1955). Les intérêts, leur mesure. *L'année psychologique, 55*(2), 381-396.

Le Maréchal, J. F. (1999). Modelling student's cognitive activity during the resolution of problems based on experimental facts in chemical Education. In J. Leach, & A. Paulsen (Eds.), *Practical Work in Science Education* (pp. 195-209). Dordrecht: Kluwer.

Le Maréchal, J. F., & Bécu-Robinault, K. (2006). La simulation en chimie au sein du projet Microméga. *Aster, 43*, 81-108.

Loumouamou, A. (1998). *Contribution à la transposition didactique en chimie organique*. Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier-Grenoble.

Margolinas, C., & Wozniak, F. (2010). Rôle de la documentation scolaire dans la situation du professeur : le cas de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. Dans G. Gueudet, & L. Trouche (dir.), *Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 233-249). Rennes: Presses Universitaires de Rennes et INRP.

Martinand, J. L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences.* Paris: INRP.

Matheron, Y. (2000). Analyser les praxéologies quelques exemples d'organisations mathématiques. *Petit x, 54*, 51-78.

Ministère de l'éducation nationale . (2011). Programme d'enseignement de physique-chimie en classe de Terminale S. *Bulletin officiel de l'éducation nationale*, n° 8 du 31 octobre 2011. En ligne sur : http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=57537.

Ministère de l'éducation nationale. (1999). Programme d'enseignement de physique-chimie en classe de seconde. *Bulletin officiel de l'éducation nationale*, n° 6 du 12 août 1999. En ligne sur : ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/1999/hs6/hs6vol2.pdf.

Ministère de l'éducation nationale. (2000). Programme d'enseignement de physique-chimie en classe de première S. *Bulletin officiel de l'éducation nationale*, n° 7 du 31 août 2000. En ligne sur : http://www.education.gouv.fr/bo/2000/hs7/vol5phys.htm.

Ministère de l'éducation nationale. (2001). Programme d'enseignement de physique-chimie en classe de Terminale S. *Bulletin officiel de l'éducation nationale*, n° 4 du 30 août 2001. En ligne sur : http://www.education.gouv.fr/bo/2001/hs4/default.htm.

Ministère de l'éducation nationale. (2010). Programme d'enseignement de physique-chimie en classe de seconde. *Bulletin officiel de l'éducation nationale*, n° 4 du 29 avril 2010. En ligne sur : http://www.education.gouv.fr/cid51321/mene1007262a.html.

Nechaev, I., & Jenkins, G.-W. (2005). *Le roman des éléments.* Paris: Belin. Pour la science.

Nonnon, E., & Goigoux, R. (2008). Travail de l'enseignant, travail de l'élève dans l'apprentissage de la lecture au cycle II. *Repères, 36*, 5-36.

OCDE. (2004). L'apprentissage des élèves : attitudes, engagement et stratégies. Dans A. Schleicher, C. Tamassia, & M. Ikeda (dir.), *Apprendre aujourd'hui, réussir demain – Premiers résultats de PISA 2003* (pp. 115-168). En ligne sur : http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2003/apprendreaujourdhuireussirdemainpremiersresultatsdepisa2003.htm.

Oddone, I., Rey, A., & Brante, G. (1981). *Redécouvrir l'expérience ouvrière. Vers une autre psychologie du travail.* Paris : Editions Sociales .

Rabardel, P. (1995). *Les Hommes et les technologies : une approche cognitive des instruments contemporains.* Armand Colin.

Rabardel, P. (1999). Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. Dans M. Bailleul (dir.), *Actes de la Xème école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-2013). IUFM de Caen.

Reuter, Y. (2003). La représentation de la discipline ou la conscience disciplinaire. *La Lettre de l'AiRDF, 32*, 18-22.

Reuter, Y. (2007b). La conscience disciplinaire présentation d'un concept. *Education et didactique, 1*(2), 57-71.

Reuter, Y. (2013). La conscience disciplinaire : Retour sur un concept. Dans C. Cohen-Azera, D. Lahanier-Reuter, & Y. Reuter (dir.), *Conscience disciplinaire. Les représentations des disciplines à la fin de l'école primaire* (pp. 11-17). Paideia: Presses Universitaires de Rennes.

Reuter, Y., & Delcambre, I. (2013). La conscience disciplinaire en questions : éléments de synthèse d'une recherche. Dans C. Cohen-Azera, D. Lahanier-Reuter, & Y. Reuter (dir.), *Conscience disciplinaire. Les représentations des disciplines à la fin de l'école primaire* (pp. 101-109). Paideia : Presses Universitaires de Rennes.

Reuter, Y., & Lahanier-Reuter, D. (2004). L'analyse de la discipline : quelques problèmes pour la recherche en didactique. Dans *Actes du 9e colloque de l'AIRDF* (pp. 1-12). Quebec.

ReVEA. (2013). *Ressources vivantes pour l'enseignement et l'apprentissage*. Document scientifique de la réponse acceptée à l'appel à projet « Apprentissage » (ANR-13-APPR-0006), coordination scientifique Eric Bruillard. En ligne: http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2%5BCODE%5D=ANR-13-APPR-0006.

Robert, C., & Treiner, J. (2004). Une double émergence. *BUP, 98*(867), 1385-1397.

Shaaban, E. (2014). *The Interaction Between Biology Teachers and the Proliferation of Online Resources, the case of the concept of gene*. Thèse de doctorat. Université Libanaise. En ligne sur: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01097714.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1-22.

Tardif, M., & Lessard, C. (1999). *Le travail enseignant au quotidien. Contribution à l´étude du travail dans les métiers et les professions d'interactions humaines.* Québec/Bruxelles: Presses de l'Université Laval /De Boeck.

Theureau , J. (2000). Anthropologie cognitive et analyse des compétences. Dans J.M. Barbier, Y. Clot, F. Dubet, O. Galatanu, M. Legrand, J. Leplat, M. Maillebouis, J.L. Petit, L. Quéré, J. Theureau, L. Thévenot, & P. Vermersch, (eds.), *L'analyse de la singularité de l'action* (pp. 171-211). Paris: PUF.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching – learning situations. *Learning and Instruction, 4*, 71-87.

Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (eds), *Improving science education: the contribution of research* (pp. 27-47). Buckingham: UK: Open University Press.

Veal, W. R., & MaKinster, J. G. (1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. *EJSE, 3*(4), En ligne sur : http://ejse.southwestern.edu/article/view/7615/5382.

Venturini, P. (2005). Rapports idéal-typiques à la physique d'élèves de l'enseignement secondaire. *Didaskalia, 26*, 9-32.

Vergnaud, G. (1996). Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation. Dans R. Noirfalise, & M.-J. Perrin (dir.), *Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 174-185). Clermont-Ferrand: IREM.

Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explication* . Issy-les-Moulineaux: ESF éditeur.

Viau, R. (2004). La motivation : condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire. Dans *Conférence d'ouverture du 3e congrès des chercheurs en Éducation.* Bruxelles.

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON

THÈSE

UNIVERSITÉ DE LYON

en vue de l'obtention du grade de

Docteur de l'Université de Lyon, délivré par l'École Normale Supérieure de Lyon

Discipline : Sciences de l'Éducation – spécialité : Didactique de la physique et de la chimie

Laboratoire Sciences, Société, Historicité, Éducation et Pratiques – EA 4148

École Doctorale Education, Psychologie, Information et Communication – ED 485

présentée et soutenue publiquement le 10 décembre 2015

par Mohammad Dames ALTURKMANI

ANNEXES

Genèse des affinités disciplinaire et didactique et genèse documentaire : le cas des professeurs de physique-chimie en France

---

Directeur de thèse : M. Luc TROUCHE

Codirecteur de thèse : M. Ludovic MORGE

Après l'avis de :

M. Georges-Louis BARON

M. Jim PLUMAT

Devant le jury composé de :

M. Georges-Louis BARON, Professeur à l'Université Paris 5, Rapporteur

M. Jean-Marie BOILEVIN, Professeur à l'Université de Bretagne occidentale, Membre de jury

Mme. Isabelle KERMEN, Maître de conférences à l'Université d'Artois, Membre de jury

M. Ludovic MORGE, Professeur à l'Université Clermont-Auvergne – Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, Codirecteur

M. Jim PLUMAT, Professeur à l'Université de Namur, Rapporteur

M. Luc TROUCHE, Professeur à l'École Normale Supérieure de Lyon, Directeur

Annexes

TABLE DES MATIERES

Annexe 1. Questionnaire A concernant l'affinité disciplinaire chez les étudiants en formation initiale 9

Annexe 2. Questionnaire B (professeurs en poste) 17

Annexe 3. Le journal de bord avec la fiche descriptive 23

Annexe 4. Données relatives au questionnaire A 27

Annexe 4.1. Evolution de l'intérêt pour la chimie 27

Annexe 4.2. Evolution de l'intérêt pour la physique 29

Annexe 4.3. Ressources qui ont pu fonder l'affinité « physique » 31

Annexe 4.4. Ressources qui ont pu fonder l'affinité « chimie » 33

Annexe 4.5. Ressources qui ont fondé l'affinité « physique » et « chimie » 35

Annexe 4.6. Maîtrise disciplinaire chez les étudiants d'Affinité « Chimie » (AC) et d'Affinité « Physique » (AP) 37

Annexe 4.7. Intérêt fort et très fort ; intérêt très faible, faible, et moyen 38

Annexe 5. Données relatives au questionnaire B (enseignants en poste) 39

Annexe 5.1. Evolution de l'intérêt pour la chimie au cours du temps pour les professeurs en poste 39

Annexe 5.2. Evolution de l'intérêt pour la physique au cours du temps pour les professeurs en poste 41

Annexe 5.3. Constitution de l'intérêt pour la chimie 43

Annexe 5.4. Constitution de l'intérêt pour la physique 45

Annexe 5.5. Nombre d'enseignants qui expriment une évolution de l'intérêt pour la chimie . 47

Annexe 5.6. Nombre d'enseignants qui expriment une évolution de l'intérêt pour la physique 47

Annexe 5.7. L'intérêt pour la physique et la chimie s'approche ou est différent et L'intérêt didactique de la physique et de la chimie s'approche ou est différent 48

Annexe 6. Transcription des entretiens avec des étudiants en master se destinant à l'enseignement 51

Annexe 6.1. Transcription de l'entretien avec cb30 (étudiant en master se destinant à l'enseignement) 51

Annexe 6.2. Transcription de l'entretien avec pb33 (étudiant en master se destinant à l'enseignement) 57

Annexe 6.3. Transcription de l'entretien avec pc6 (étudiant en master se destinant à l'enseignement) 62

Annexe 6.4. Transcription de l'entretien avec cc3 (étudiant en master se destinant à l'enseignement)..... 72

Annexe 7. Transcription des entretiens avec le Professeur Jean ; transcription des observations de classe 81

Annexe 7.1. Transcription de l'entretien général 81

Annexe 7.2. Transcription de l'entretien précédant l'observation de classe.....101

Annexe 7.3. Transcription de l'entretien à chaud.....126

Annexe 7.4. Transcription de l'entretien auto-confrontation 140

Annexe 7.5. Transcription de l'observation de classe de l'enseignant Jean, séance 1 (premier demi groupe) 153

Annexe 7.6. Transcription de l'observation de classe de l'enseignant Jean, séance 3 de Jean (classe entière) 159

Annexe 7.7. Transcription de l'observation de classe de l'enseignant Jean, séance 4 (premier demi groupe) 163

Annexe 7.8. Transcription de l'observation de classe de Jean, séance 5 (deuxième demi groupe) 175

Annexe 8. Ressources relatives au Professeur Jean.....185

Annexe 8.1. Page d'ouverture de dossier du Professeur Jean 185

Annexe 8.2. Ressources mères (sites internet, livre, diaporama) 186

Annexe 8.3. Notes de séances (Thèmes tirés de diaporama de l'observatoire de Lyon).....187

Annexe 8.4. Les interactions entre le Professeur Jean et le Professeur Gilles par mail.....188

Annexe 8.5. Compte rendu de la réunion du Professeur Jean avec la Professeure Nicole et le Professeur Gilles.....189

Annexe 8.6. Notes de Brouillon du Professeur Jean après la réunion avec le Professeur Gilles et la Professeure Nicole 190

Annexe 8.7. Pochette (Les débats Newton et Fraunhofer).....191

Annexe 8.8. Pochette (Raies spectrales Kirchhoff et Bunsen) 194

Annexe 8.9. Texte d'Auguste Comte.....197

Annexe 8.10. Diaporama astrophysique 198

Annexe 8.11. Transparents.....203

Annexe 8.12. Diagramme conceptuel du professeur de Jean pour l'enseignement du spectre (lumière et spectroscopie) 205

Annexe 9. Journal de bord du Professeur Jean 207

Annexe 9.1. Extrait 1 du JB (diaporama spectre-astrophysique) 207

Annexe 9.2. Extrait du JB du Professeur Jean concernant les notes provenant de diaporama de l'observatoire de Lyon 209

Annexe 9.3. Extrait du journal de bord du Professeur Jean concernant le livre « le roman des éléments » 210

Annexe 9.4. Extrait du journal de bord du Professeur Jean concernant les notes de brouillon 1 213

Annexe 9.5. Extrait du journal de bord concernant les pochettes « Bunsen et Kirchhoff » et « Newton & Fraunhofer » 215

Annexe 10. Affiche des élèves observée dans l'observation de classe de Jean 217

Annexe 10.1. Affiche de groupe d'élèves (séance 4) qui travaille sur la pochette « Bunsen et Kirchhoff » 217

Annexe 10.2. Affiche de groupe d'élèves (séance 5) qui travaille sur la pochette « Bunsen et Kirchhoff » 217

Annexe 11. Transcription des entretiens avec le Professeur Philippe ; transcription des observations de classe 219

Annexe 11.1. Transcription de l'entretien général.....219

Annexe 11.2. Transcription de l'entretien précédant l'observation de classe 233

Annexe 11.3. Transcription de l'entretien auto-confrontation.....248

Annexe 11.4. Transcription de l'observation de classe de Philippe, séance 1.....260

Annexe 11.5. Transcription de l'observation de classe de Philippe, séance 3.....273

Annexe 12. Ressources relatives au Professeur Philippe.....287

Annexe 12.1. La ressource fille orientée 287

Annexe 12.2. Ressources du groupe SESAMES pour le spectre en 2nd.....297

Annexe 12.3. Ressources de type expérimental 309

Annexe 13. Transcription des entretiens avec les laborantins.....311

Annexe 13.1. Entretien avec la laborantine dans l'établissement du Professeur Jean.....311

Annexe 13.2. Entretien avec les laborantins dans l'établissement du Professeur Philippe ...313

Annexe 1. Questionnaire A concernant l'affinité disciplinaire chez les étudiants en formation initiale

Ce questionnaire porte sur l'intérêt (préférence) disciplinaire de manière générale et à l'intérêt physique/chimie de manière spécifique. Il s'adresse à des étudiants se destinant au métier de Professeur de Physique-Chimie. Il se situe dans le cadre d'une thèse en didactique de la physique et de la chimie qui concerne les ressources et la pratique des enseignants de collège et de lycée, en lien avec leurs intérêts pour la physique ou la chimie, dans le contexte des changements de programmes (sous la direction de Luc Trouche et Ludovic Morge).

Mohammad Dames Alturkmani : Doctorant en deuxième année à l'ENS de Lyon-Laboratoire S2HEP-Équipe EducTice. E-mail : mohammad.alturkmani@ens-lyon.fr

Merci pour votre collaboration !

Date :……

Votre pseudonyme :……..

Votre nom, prénom (facultatif) :……..…….

Votre adresse électronique (facultatif) :……...……

Votre université :……...

À noter que :

Les données recueillies seront anonymées et uniquement exploitées pour la recherche.

Les sciences abordées dans la suite sont : les mathématiques, la chimie, la géologie, la biologie, et la physique.

Dans cette recherche, nous nous intéressons à certains sous domaines de la physique et de la chimie enseignés à l'université en L (la liste des sous-domaines est tirée des disciplines enseignées dans les deux universités : Université Joseph Fourrier Grenoble et Université Claude Bernard Lyon 1).

Les résultats de cette enquête vous seront transmis dès qu'ils seront disponibles.

Intérêt disciplinaire scientifique

1- Quelles études avez-vous suivies ?

Baccalauréat	Série ?		Année ?	
École d'ingénieur	Oui	Non	Si oui, précisez quand et laquelle	
Licence (préciser l'année)	Physique	Chimie	Physique-chimie	Autre (laquelle)
Maîtrise	Oui	Non	Si oui, précisez quand et laquelle	
Master	Oui	Non	Si oui, précisez quand et lequel	
Concours préparé (CAPES)	Année			
Concours préparé (Agrégation)	Précisez (option physique ou chimie?) Année			
Autre diplôme	Précisez la discipline			

2- Avez-vous suivi une formation spécifique d'enseignant ?

	Académie	Année
IUFM		
Autre (précisez)		

3- Dans ce tableau, vous allez indiquer l'intérêt que vous avez eu au cours de votre scolarité pour certaines disciplines. Situez votre intérêt pour chaque discipline dans le tableau ci-dessous en entourant un indicateur de 1 à 5 (1 = intérêt très faible, 2 = faible, 3 = moyen, 4 = fort, 5 = très fort) et expliquez votre réponse.

Les mathématiques		
Niveau	Intérêt	Explication de votre réponse
Collège	1 2 3 4 5 →	
Lycée	1 2 3 4 5 →	
Université	1 2 3 4 5 →	
La chimie		
Niveau	Intérêt	Explication de votre réponse

Collège	1 2 3 4 5 →	
Lycée	1 2 3 4 5 →	
Université	1 2 3 4 5 →	
La géologie		
Niveau	Intérêt	Explication de votre réponse
Collège	1 2 3 4 5 →	
Lycée	1 2 3 4 5 →	
Université	1 2 3 4 5 →	
La biologie		
Niveau	Intérêt	Explication de votre réponse
Collège	1 2 3 4 5 →	
Lycée	1 2 3 4 5 →	
Université	1 2 3 4 5 →	
La physique		
Niveau	Intérêt	Explication de votre réponse
Collège	1 2 3 4 5 →	
Lycée	1 2 3 4 5 →	
Université	1 2 3 4 5 →	

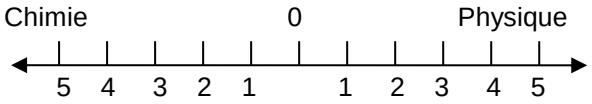
Intérêt pour la Physique et la Chimie

4- Pouvez-vous vous préciser votre intérêt relatif pour la physique et la chimie en vous situant sur le segment ci-dessous : plus près de la chimie si vous préférez cette discipline, plus près de la physique dans le cas contraire.

Voici les explications des chiffres de côté de la chimie (1 = un peu plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 2 = plutôt plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 3 = plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique, 4 = beaucoup plus d'intérêt pour la chimie que la physique, 5 = intérêt extrêmement fort pour la chimie par rapport à la physique).

Idem du côté de la physique, en remplaçant « chimie » par « physique » et inversement.

La position 0 signifie intérêt égal pour la physique et pour la chimie.



4-1- Pouvez-vous situer cette préférence relative : à quel moment s'est-elle constituée, pour quelles raisons ?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

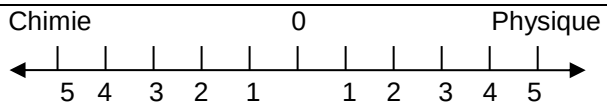
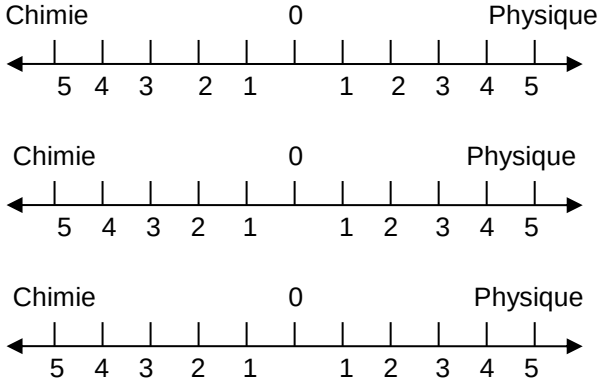
4-2- Pouvez-vous préciser pendant votre scolarité votre maîtrise relative des contenus disciplinaires (de Bac + 1 à la Bac +3) de la physique et de la chimie en vous situant sur le segment ci-dessous (plus près de la chimie si vous maitrisez davantage cette discipline, plus près de la physique dans le cas contraire).

Voici les explications de chiffres de côté de la chimie (1 = maîtrise un peu plus la chimie que la physique, 2 = maîtrise plutôt plus la chimie que la physique, 3 = maîtrise plus la chimie que la physique, 4 = maîtrise beaucoup plus forte de la chimie par rapport à la physique, 5 = maîtrise extrêmement forte de la chimie par rapport à la physique).

Idem du côté de la physique, en remplaçant « chimie » par « physique » et inversement.

Le zéro (0) signifie que vous maîtrisez autant la chimie que la physique.

Niveau	**Maîtrise davantage**
Bac+3	Chimie 0 Physique 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5
Bac+2	Chimie 0 Physique 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5

Bac+1	
Autres niveaux, précisez …… …… …… …… …… …… …… ……	

4-3- Selon vous votre préférence disciplinaire pour la physique ou la chimie, pourrait-elle avoir un effet sur votre manière d'enseigner la physique et la chimie ? Si oui précisez en quoi elle peut avoir un effet.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

5- Situez votre intérêt pour chacun des sous-domaines spécifiques de la chimie et de la physique, en entourant un indicateur de 1 à 5 (1 = intérêt très faible, 2 = faible, 3 = moyen, 4 = fort, 5 = très fort)

Chimie	**Indicateur de (1 à 5)**	**Physique**	**Indicateur de (1 à 5)**
Chimie générale	1 2 3 4 5 →	Mécanique	1 2 3 4 5 →
Chimie analytique	1 2 3 4 5 →	Optique	1 2 3 4 5 →
Chimie inorganique	1 2 3 4 5 →	Électricité	1 2 3 4 5 →
Chimie organique	1 2 3 4 5 →	Vibration-ondes	1 2 3 4 5 →
Chimie physique	1 2 3 4 5 →	Électronique	1 2 3 4 5 →
Autres, précisez …… ……	1 2 3 4 5 →	Autres, précisez …… ……	1 2 3 4 5 →

…… …… ……	1 2 3 4 5 → 1 2 3 4 5 →	…… …… …… ……	1 2 3 4 5 → 1 2 3 4 5 →

5-1- Expliquez vos réponses pour les sous-domaines de la chimie (en particulier pour le sous-domaine qui vous intéresse le plus et celui qui vous intéresse le moins).

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

5-2- Expliquez vos réponses pour les sous-domaines de la physique (en particulier pour le sous-domaine qui vous intéresse le plus et celui qui vous intéresse le moins).

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

6- D'après vous, quelles sont les ressources (site, ouvrage, TV, revue spécifique…) qui sont ou qui ont été les plus importantes afin de fonder votre rapport à la chimie ou à la physique:

- Pour votre apprentissage de la chimie ?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

- Pour votre apprentissage de la physique ?

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Merci

Annexe 2. Questionnaire B (professeurs en poste)

Ce questionnaire s'adresse à des Professeurs de Physique-Chimie (en poste ou en formation initiale). Il s'inscrit dans le cadre d'une thèse en didactique de la physique et de la chimie (sous la direction de Luc Trouche et Ludovic Morge) ; elle porte sur les ressources et la pratique des enseignants dans les collèges et les lycées, en lien avec leurs intérêts relatifs pour la physique ou la chimie. **Ce questionnaire porte plus précisément sur l'évolution de l'intérêt pour chacune de ces disciplines et leur enseignement**.

Mohammad Dames Alturkmani :
Doctorant à l'ENS de Lyon
Laboratoire S2HEP - Équipe EducTice.
ENS de Lyon-Institut Français de l'éducation
Site Buisson-Bureau des doctorants 123 Bis
15 parvis René-Descartes, BP 7000,
69342 Lyon cedex 07
E-mail : mohammad.alturkmani@ens-lyon.fr

Merci pour votre participation.

Date :……

Votre nom, prénom :……..……

Votre adresse électronique :……...……

À noter que :

Les données recueillies seront traitées de façon anonyme et exploitées uniquement pour la recherche en cours.
Vous pouvez déposer le questionnaire rempli dans le carton que vous trouverez près de mon poster dans la halle.

Quelques informations vous concernant

Vous êtes : □ un homme □ une femme

Votre âge :……..……

Votre académie :……...

Première partie : histoire scolaire et professionnelle

1- Quelles études avez-vous suivies ?

Baccalauréat	Série ? Année ?			
École d'ingénieur	Oui	Non	Si oui, précisez quand et laquelle	
Licence (préciser l'année)	Physique	Chimie	Physique-chimie	Autre (laquelle)
Maîtrise	Oui	Non	Si oui, précisez quand et laquelle	
Master	Oui	Non	Si oui, précisez quand et lequel	
Concours préparé (CAPES)	Année			
Concours préparé (Agrégation)	Précisez (option physique ou chimie?) Année			
Autre diplôme	Précisez la discipline			

2- Depuis combien d'années enseignez-vous et dans quelles classes et quelles disciplines ?

……
……
……
……
……

Deuxième partie : intérêt pour la Physique ou la Chimie

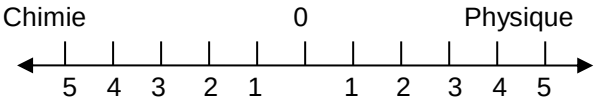
3- Pouvez-vous préciser votre intérêt relatif pour la physique et la chimie, en le positionnant sur le segment ci-dessous :

du côté chimie si vous préférez cette discipline, du côté physique dans le cas contraire et en adoptant la graduation des chiffres suivante du côté de la chimie :

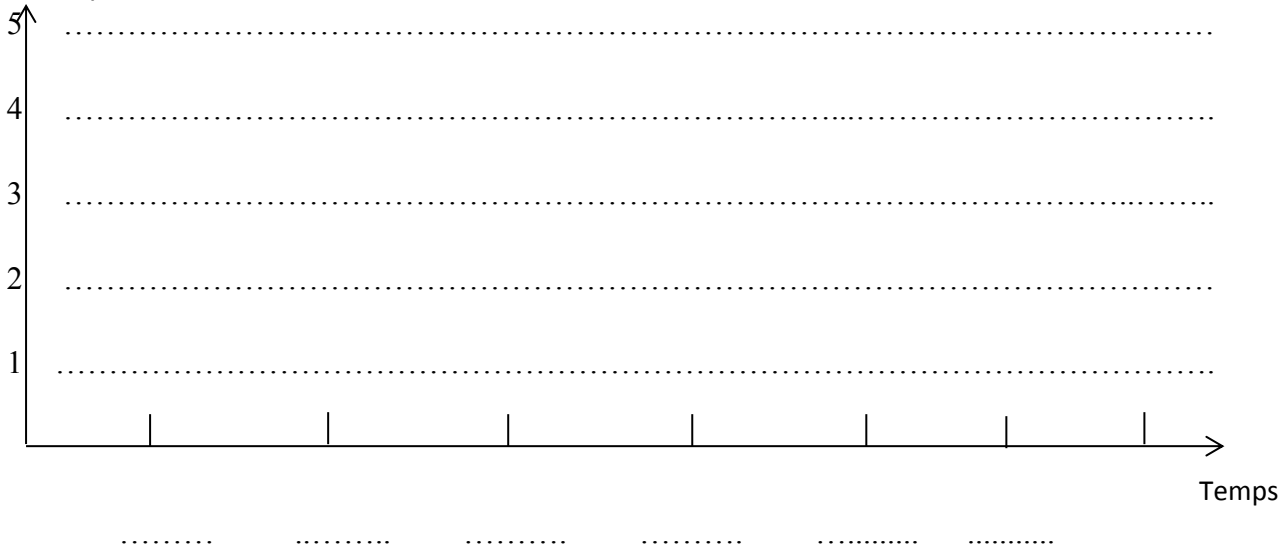
1 = un peu plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique,
2 = plutôt plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique,
3 = plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique,
4 = beaucoup plus d'intérêt pour la chimie que pour la physique,
5 = intérêt extrêmement fort pour la chimie par rapport à la physique.

Idem du côté de la physique, en remplaçant « chimie » par « physique » et inversement.

La position 0 signifie un intérêt égal pour la physique et pour la chimie.



3-1- Pouvez-vous placer un repère (x) sur le graphique ci-dessous afin de préciser l'évolution de votre intérêt pour la chimie (à choisir un chiffre de 1 à 5) en précisant en abscisse les moments où ces évolutions ont eues lieu (du collège jusqu'à aujourd'hui) et les raisons de ces évolutions.



…… ..…….. ……. ……. …..... .....

3-2- Développer rapidement par écrit les raisons qui expliquent ces éventuelles évolutions de votre intérêt pour la chimie pour chacun des changements :

Raison de changement1

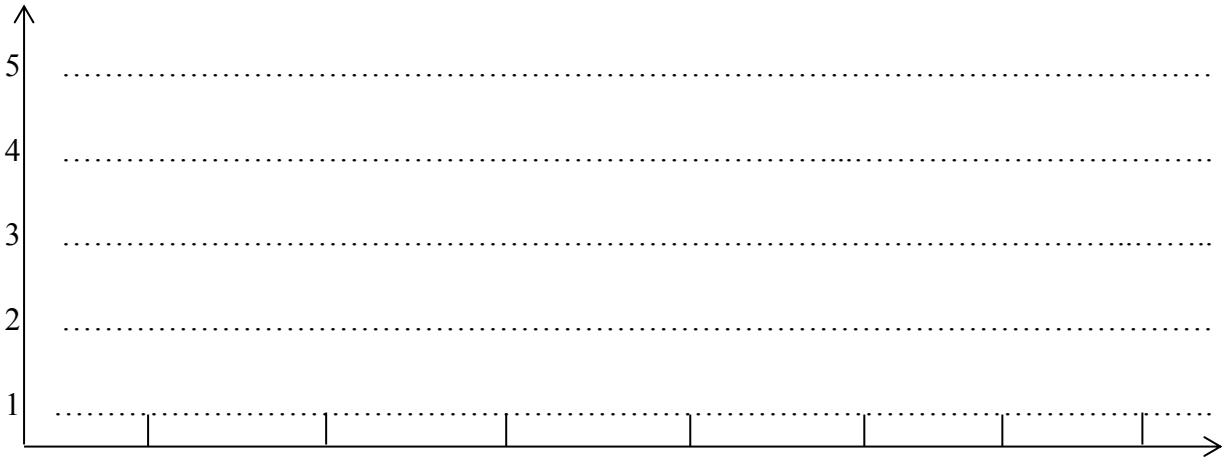
Raison de changement 2

Raison de changement 3

….

3-3- Pouvez-vous placer un repère (x) sur le graphique ci-dessous afin de préciser l'évolution de votre intérêt pour la physique (à choisir un chiffre de 1 à 5) en précisant en abscisse les moments où ces évolutions ont eues lieu (du collège jusqu'à aujourd'hui) et les raisons de ces évolutions.

Intérêt pour la physique



…… …….. …… …… …..... .....

3-4- Développer rapidement par écrit les raisons qui expliquent ces éventuelles évolutions de votre intérêt pour la physique pour chacun des changements :

Raison de changement1

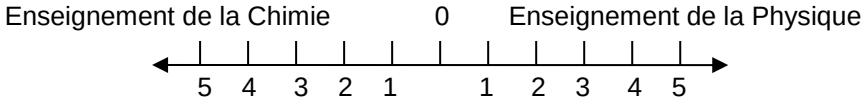
Raison de changement 2

Raison de changement 3

….

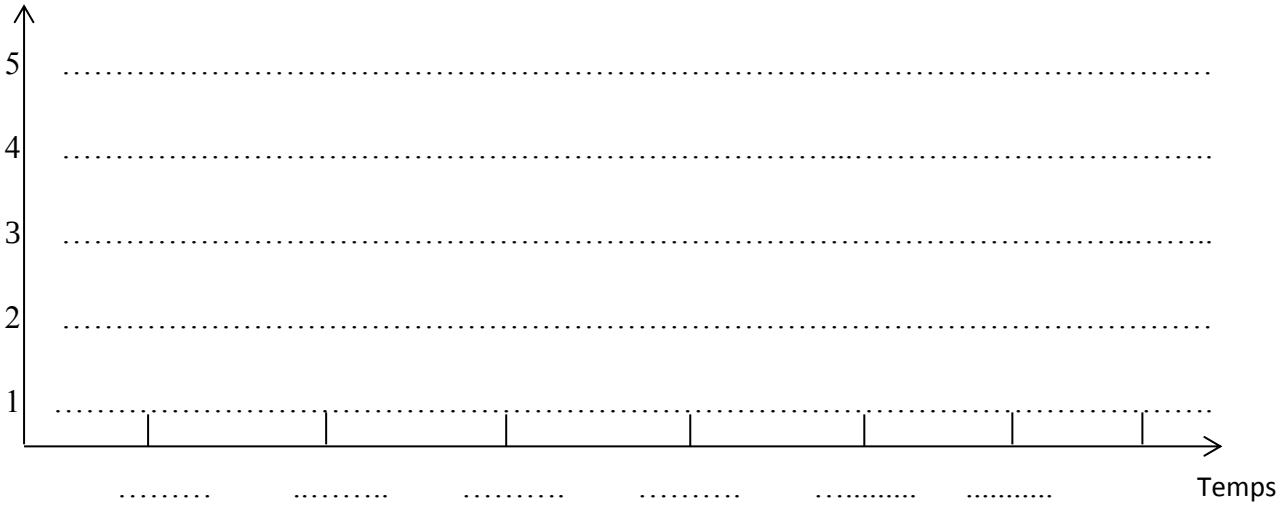
Troisième partie : intérêt pour l'enseignement de la Physique ou celui de la Chimie

4- Pouvez-vous préciser votre intérêt relatif pour l'enseignement de la physique et pour la l'enseignement de la chimie en le positionnant sur le segment ci-dessous :
du côté de l'enseignement de la chimie si vous préférez l'enseignement de cette discipline, du côté de l'enseignement de la physique dans le cas contraire.



4-1- Pouvez-vous placer un repère (x) sur le graphique ci-dessous afin de préciser l'évolution de votre intérêt pour l'enseignement de la chimie (à choisir un chiffre de 1 à 5) en précisant en abscisse les moments où ces évolutions ont eues lieu (au début de votre enseignement jusqu'à aujourd'hui) et les raisons de ces évolutions.

Intérêt pour l'enseignement de la chimie



4-2- Développer rapidement par écrit les raisons qui expliquent ces éventuelles évolutions de votre intérêt pour l'enseignement de la chimie pour chacun des changements :

Raison de changement1

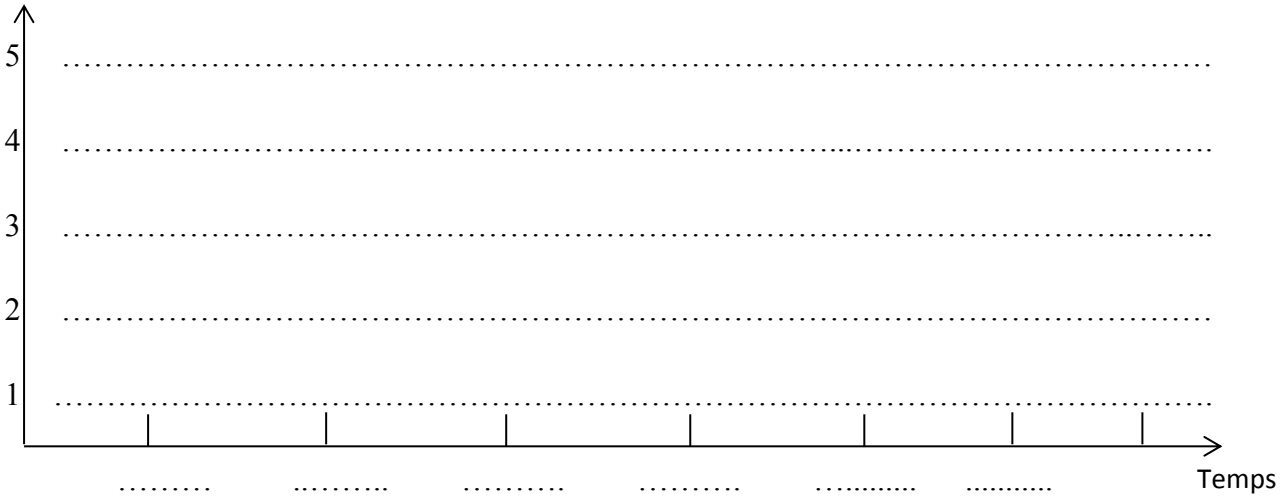
Raison de changement 2

Raison de changement 3

….

4-3- Pouvez-vous placer un repère (x) sur le graphique ci-dessous afin de préciser l'évolution de votre intérêt pour l'enseignement de la physique (à choisir un chiffre de 1 à 5) en précisant en abscisse les moments où ces évolutions ont eues lieu (du collège jusqu'à aujourd'hui) et les raisons de ces évolutions.

Intérêt pour l'enseignement de la physique



4-4- Développer rapidement par écrit les raisons qui expliquent ces éventuelles évolutions de votre intérêt pour l'enseignement de la physique pour chacun des changements :

Raison de changement1

Raison de changement 2

Raison de changement 3

….

Merci de votre participation.

Annexe 3. Le journal de bord avec la fiche descriptive

Mode d'emploi du journal de bord

Pourquoi cette recherche ?

Notre recherche vise à analyser : le travail des professeurs SPC en classe et hors classe ; leur intérêt relatif pour la physique ou la chimie et, pour l'enseignement de la physique ou l'enseignement de la chimie au niveau secondaire. Cette recherche veut prendre en compte les changements de programme et l'évolution des ressources pour enseigner (manuels scolaires, logiciels, ressources en ligne) qui peuvent avoir une influence à la fois sur le travail des professeurs et sur leur intérêt pour les disciplines qu'ils enseignent.

Pourquoi un journal de bord ?

L'objectif de ce journal de bord est de suivre *votre travail de préparation de votre enseignement*, travail effectué : dans votre établissement avec ou sans les élèves ; dans le laboratoire ; dans le CDI ; à votre domicile ; avec d'autres collègues enseignant la même discipline, ou intéressés par les interactions avec cette discipline ; en formation continue. Ce travail peut prendre des formes multiples : discussion avec des collègues d'intérêt, travail dans un groupe, recherche sur internet, corrections de copies…Le journal de bord permet de lier ces différents aspects du travail et vos interactions avec des ressources différentes.

Comment remplir ce journal ?

Nous vous proposons de remplir ce journal de bord dès que vous commencez à préparer les séances (spectre). Le journal doit être rempli quotidiennement (quand c'est pertinent). Pour commodité du traitement des données, on utilisera une feuille par ressource. C'est-à-dire si vous utilisez par exemple une telle ressource de votre archive pour préparer votre séance, retravailler sur celle-ci, discuter avec d'autres collègues, l'échanger avec d'autres collègues etc. vous enregistrez tous cela pour cette ressource dans chaque tableau correspondant ci-dessous.

Pour alléger le renseignement du journal de bord, celui-ci concernera sur une seule classe (la classe de seconde). Nous vous demandons de noter dans ce journal toute ressource que vous considérez comme significative pour votre travail dans cette classe. Ces ressources peuvent être matérielles (manuels, BO, copies d'élèves, documents collègues, documents de formation), ou une ressources technologique (ressources en ligne, logiciels). Par ailleurs, une réunion, un conseil, discussion et échanges des idées par mail avec des collègues de différents d'intérêt, une réaction d'élève, peuvent également constituer des ressources. On joindra au journal, à chaque fois que c'est possible, la ressource en question (adresse du site consulté, référence ou page du manuel, fichier informatique, description sommaire).

Merci de renseigner les différentes catégories prévues en étant aussi précis que possible pour chacune. Certaines ressources ne concernent qu'indirectement le niveau de classe retenu : un stage de formation sur un nouveau logiciel, une séance de cours que vous faites dans une autre classe, mais qui a une influence sur ce que vous faites dans la classe vidée, une réunion avec un groupe d'enseignants qui amène une réflexion sur la séance, une discussion avec l'aide-laboratoire en physique ou en chimie …nous vous demandons de les noter également.

Merci bien de préciser dans tous les cas, si les ressources (BO, manuels, web, revu, ouvrage,…) sont utilisées en physique/en chimie ou en thèmes. Distinguer aussi si possible vos collègues selon leurs préférences physiques ou chimiques c'est-à-dire les collègues qui ont l'intérêt plus près de la physique par rapport à la chimie et/ou les collègues qui ont l'intérêt plus près de la chimie par rapport à la physique.

Abréviations : Entrées Thématiques (ET), Démarche d'Investigation (DI), Travaux Pratiques (TP), Sciences Physiques-Chimiques (SPC). Les tableaux pour chaque ressource à remplir si nécessaire :

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline (Physique/Chimie) ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon selon la discipline (Physique ou Chimie) ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline (Physique ou Chimie) ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)

La ressource ne donne pas lie à une production. Archivage de la ressource (où ?)

Partage de la ressource (avec qui, de quel intérêt, comment, à quel moment : après l'avoir rencontrée, retravaillée ou mise en œuvre) Cette ressource est organisée selon la discipline (Physique ou Chimie) ou bien selon les Thèmes	Rencontre sur la ressource échangée (comment, à quel moment : après l'envoi ou la présentation de la ressource à d'autres, sa modification par d'autres ou sa mise en œuvre par d'autres)	Effets des retours sur la ressource	Commentaires

Aide-laboratoire pour cette ressource selon la discipline (Physique et/ou Chimie) ou les Thèmes

Destination finale de la ressource (usage individuel, usage avec des élèves en classe, autres) (Physique/Chimie/Thèmes)

Type d'activité menée avec la ressource (activité de préparation, de mise en œuvre en classe, de révision de la ressource après sa mise en œuvre). Quoi (cours, TP, ET, DI, devoirs, exercices, autres) (Physique/Chimie/Thèmes)	Quel thème/sous-thème (nouveau programme)	Quel contenu (Physique/ Chimie)	Quelle compétence (Physique/ Chimie/ Thèmes)	Lieu de l'activité (Physique/Chimie/ Thèmes)	Autres protagonistes	Commentaires

Retour sur votre travail, sur votre pratique en classe (Physique/Chimie/Thèmes)

Annexe 4. Données relatives au questionnaire A

Annexe 4.1. Evolution de l'intérêt pour la chimie

Chez les étudiants d'affinité « chimie »

Les étudiants	*Intérêt pour la chimie au collège*	*Intérêt pour la chimie au lycée*	*Evolution = intérêt au lycée – intérêt au collège*	*Intérêt pour la chimie à l'université*	*Evolution = intérêt à l'université – intérêt au lycée*
cb1	5	5	0	3	-2
ce2	5	5	0	5	0
cc3	4	5	+1	4	-1
cd4	3	4	+1	4	0
cb5	5	5	0	5	0
cd6	4	4	0	5	+1
ca7	3	4	+1	5	+1
cc8	5	5	0	5	0
ca9	3	4	+1	5	+1
ca10	5	5	0	5	0
ca11	1	4	+3	4	0
cb12	3	5	+2	4	-1
ca13	4	5	+1	5	0
ce14	5	3	-2	3	0
cd15	5	5	0	5	0
cd16	5	4	-1	5	+1
cb17	4	5	+1	4	-1
cd18	4	4	0	5	+1
cd19	4	4	0	5	+1
ce20	2	4	+2	4	0
ce21	4	4	0	4	0
cc22	5	5	0	5	0
cd23	5	5	0	4	-1
ce24	4	4	0	4	0
cb25	3	5	+2	5	0
cd26	2	5	+3	5	0
cc27	4	3	-1	4	+1
cb28	3	4	+1	5	+1
cd29	4	5	+1	4	-1
cb30	4	4	0	5	+1

Chez les étudiants d'affinité « physique »

Les étudiants	*Ich au C*	*Ich au L*	*Evolution= IL-IC*	*Ich à U*	*Evolution= IU-IL*
pe1	5	5	0	4	-1
pb2	1	4	+3	4	0
pd3	4	4	0	3	-1
pd4	5	5	0	5	0
pd5	3	4	+1	4	0
pc6	4	4	0	3	-1
pe7	4	4	0	4	0

pd8	2	5	+3	4	-1
pc9	4	4	0	4	0
pb10	4	4	0	2	-2
pe11	3	5	+2	4	-1
pd12	5	5	0	3	-2
pb13	5	4	-1	4	0
pb14	3	4	+1	4	0
pb15	5	4	-1	2	-2
pe16	3	4	+1	4	0
pc17	5	5	0	3	-2
pe18	5	5	0	3	-2
Pa19	4	3	-1	2	-1
Pc20	4	4	0	3	-1
pb21	Pas de réponse	Pas de réponse		Pas de réponse	
pb22	4	4	0	3	-1
pa23	5	5	0	3	-2
pc24	4	4	0	2	-2
pc25	3	3	0	2	-1
pb26	3	3	0	3	0
pc27	5	5	0	4	-1
Pd28	3	4	+1	5	+1
Pd29	5	4	-1	3	-1
Pb30	5	4	-1	3	-1
Pe31	1	4	+3	4	0
Pc32	5	4	-1	3	-1
Pb33	2	3	+1	2	-1
Pc34	5	5	0	4	-1

Chez les étudiants Z

Les étudiants	***Intérêt pour la chimie au collège***	***Intérêt pour la chimie au lycée***	***Evolution = intérêt au lycée – intérêt au collège***	***Intérêt pour la chimie à l'université***	***Evolution = intérêt à l'université – intérêt au lycée***
Z1	3	4	+1	3	-1
Z2	1	2	+1	4	+2
Z3	4	4	0	5	+1
Z4	5	5	0	5	0
Z5	2	5	+3	4	-1
Z6	5	4	-1	4	0
Z7	5	4	-1	4	0
Z8	2	5	+3	5	0

Annexe 4.2. Evolution de l'intérêt pour la physique

Chez les étudiants d'affinité « chimie »

Les étudiants	*Intérêt pour la physique au collège*	*Intérêt pour la physique au lycée*	*Evolution = intérêt au lycée – intérêt au collège*	*Intérêt pour la physique à l'université*	*Evolution = intérêt à l'université – intérêt au lycée*
cb1	3	1	-2	3	+2
ce2	1	3	+2	5	+2
cc3	3	4	+1	4	0
cd4	3	4	+1	3	-1
cb5	4	4	0	4	0
cd6	4	3	-1	4	+1
ca7	3	3	0	2	-1
cc8	5	5	0	5	0
ca9	3	3	0	3	0
ca10	5	4	-1	2	-2
ca11	2	2	0	2	0
cb12	5	3	-2	2	-1
ca13	4	4	0	4	0
ce14	5	4	-1	3	-1
cd15	5	4	-1	4	0
cd16	5	4	-1	4	0
cb17	5	4	-1	2	-2
cd18	4	4	0	4	0
cd19	4	4	0	4	0
ce20	1	3	+2	4	+1
ce21	4	4	0	4	0
cc22	5	3	-2	4	+1
cd23	4	5	+1	1	-4
ce24	3	4	+1	4	0
cb25	3	5	+2	3	-2
cd26	2	5	+3	3	-2
cc27	4	4	0	1	-3
cb28	4	5	+1	2	-3
cd29	4	5	+1	4	-1
cb30	4	4	0	3	-1

Chez les étudiants d'affinité « physique »

Les étudiants	*Iph au C*	*Iph au L*	*Evolution = IL-IC*	*Iph à U*	*Evolution = IU-IL*
pe1	3	4	+1	3	-1
pb2	5	5	0	5	0
pd3	4	4	0	4	0
pd4	5	5	0	5	0
pd5	3	4	+1	4	0
pc6	4	4	0	4	0
pe7	4	4	0	4	0

pd8	1	4	+3	3	-1
pc9	4	5	+1	5	0
pb10	5	5	0	5	0
pe11	3	4	+1	4	0
pd12	3	4	+1	5	+1
pb13	5	5	0	5	0
pb14	3	4	+1	5	+1
pb15	5	5	0	5	0
pe16	4	4	0	5	+1
pc17	5	5	0	5	0
pe18	5	5	0	4	-1
pa19	4	5	+1	5	0
pc20	4	5	+1	5	0
pb21	3	4	+1	5	+1
pb22	5	5	0	5	0
pa23	5	5	0	5	0
pc24	5	5	0	4	-1
pc25	3	4	+1	5	+1
pb26	5	5	0	5	0
pc27	5	5	0	5	0
pd28	4	5	+1	5	0
pd29	3	3	0	5	+2
pb30	5	5	0	4	-1
pe31	1	4	+3	4	0
pc32	5	5	0	5	0
pb33	3	4	+1	5	+1
pc34	5	5	0	5	0

Chez les étudiants d'affinité égale

Les étudiants	***Intérêt pour la physique au collège***	***Intérêt pour la physique au lycée***	***Evolution = intérêt au lycée – intérêt au collège***	***Intérêt pour la physique à l'université***	***Evolution = intérêt à l'université – intérêt au lycée***
Z1	1	4	+3	3	-1
Z2	1	3	+2	4	+1
Z3	4	4	0	5	+1
Z4	5	5	0	5	0
Z5	2	5	+3	5	0
Z6	4	4	0	5	+1
Z7	5	5	0	4	-1
Z8	2	5	+3	5	0

Annexe 4.3. Ressources qui ont pu fonder l'affinité « physique »

Ressources qui ont pu fonder l'affinité « physique » chez les étudiants d'affinité « physique »

Catégories	*Sous-catégories de ressources*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	4	4 : « enseignement reçu »
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	1	1 : « Livres de classe préparatoire »
	en tant que professeur (manuel,…).	1	1 : Manuels
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	1	Sans préciser
	Journal	5	4 : « science et vie » ; 1 : livres de bricolage
	TV	10	3 : Emission « ce n'est pas sourcier) ; 2 : Film science-fiction ; 1 « Emission : E=m6qui portait sur la théorie de cordes » ; 1 : « E=m6» ; 1 : « documentaire sur la physique théorique » ; 1 : « reportage sur l'histoire des sciences » ; 1 : sitcom the big bang theory; 1 : sans préciser
Ouvrage scientifique	Physique	4	1 : « livres José-Philippe Pérez » ; 1 : « Maxi-Fiche » 2 : sans préciser
Socio-culturelle	Discussion familiale	0	
	Expérience personnelle	1	« Le sport, le cyclisme, sport que je faisais »

Ressources qui ont pu fonder l'affinité « physique » chez les étudiants d'affinité « chimie »

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	0	
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	2	Livres de classes préparatoires
	en tant que professeur (manuel,…).	0	
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	1	Wikipédia
	Journal	1	« science et vie »
	TV	3	1« Emission sur M6 qui portait sur la théorie des cordes » 1 « C'est pas sourcier » 1 sans préciser
Ouvrage scientifique	Physique	1	« livres disponibles à la bibliothèque »
Socio-culturelle	Discussion familiale	0	
	Expérience personnelle	1	« visite du palais de la découverte, c'est la fine : ma vocation est née »

Ressources qui ont pu fonder l'affinité « physique » chez les étudiants d'affinité égale

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	0	
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	0	
	en tant que professeur (manuel,…).	0	
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	0	
	Journal	1	1 « science et vie »
	TV	1	Sans préciser
Ouvrage scientifique	Physique	1	« physique Eugène Hedit »
Socio-culturelle	Discussion familiale	0	
	Expérience personnelle	0	

Annexe 4.4. Ressources qui ont pu fonder l'affinité « chimie »

Ressources qui ont pu fonder l'affinité « chimie » chez les étudiants d'affinité « physique »

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	3	1 : « mon apport à la chimie a été fondé surtout par un de mes professeurs » 2 : « cours, TP, TD »
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	2	2 : « livres de classes préparatoires «
	en tant que professeur (manuel,…).	0	
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	2	Sans préciser
	Journal	1	« Science et vie »
	TV	6	5 : « ce n'est pas sourcier » 1 : TV
Ouvrage scientifique	Chimie	4	3 : sans préciser ; 1 : livre « chimie générale » de Linus Pauling
Socio-culturelle	Discussion familiale	0	
	Expérience personnelle	2	1 : « la cuisine peut m'attirer car cela…la chimie » ; 1 : « quand j'ai fait du vin avec mon grand-père »

Ressources qui ont pu fonder l'affinité « chimie » chez les étudiants d'affinité « chimie »

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples et effectif de citation*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	1	Ca9 : « j'ai fondé mon intérêt sur la chimie avec les cours dispensés par mes enseignants que je trouvaient plus intéressants qu'en physique »
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	1	1 « Bibliographie durant ma thèse »
	en tant que professeur (manuel,…).	1	« site Pegase »
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	2	1 « Wikipédia et INRS » 1 sans préciser
	Journal	1	« Science et vie »
	TV	2	1 « C'est pas sourcier » ; 1 sans préciser
Ouvrage scientifique	Chimie	4	1 « livres disponibles à la bibliothèque » 1 « chimie organique » par Vollhardt ; 1 « chimie organique » Paul Arnaud ; 1 « Livres de chimie » par Vollhardt.
Socio-culturelle	Discussion familiale		
	Expérience personnelle	2	1 « jeux de petit chimiste (oui, ça date) » 1 « un petit de petit chimiste »

Ressources qui ont pu fonder l'affinité « chimie » chez les étudiants d'affinité égale

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	1	« Mon rapport à la chimie a été fondé surtout par un de mes professeurs »
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	0	
	en tant que professeur (manuel,…).	0	
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	1	« beaucoup de documentaires trouvé sur l'internet (nanotechnologie, histoire des sciences, etc.) »
	Journal	0	
	TV	2	1 « c'est pas sourcier » 1 Sans préciser
Ouvrage scientifique	Chimie	1	« Alkins » Paul Arnaud
Socio-culturelle	Discussion familiale	0	
	Expérience personnelle	1	« expérience à domicile »

Annexe 4.5. Ressources qui ont fondé l'affinité « physique » et « chimie »

Ressources qui ont fondé l'affinité « physique » et « chimie » chez les étudiants d'affinité « physique »

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	2	
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	1	« Belin sup, Tec & Doc »
	en tant que professeur (manuel,…).	0	
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	3	1 « Futur science, wiki,… » ; 1 « Culture science » 1 « site académique »
	Journal	6	5 « Science et vie » ; 1 « Image Doc et Okapi »
	TV	13	11 : « C'est pas sourcier » ; 1 : « documentaire histoire des sciences » ; 1 : TV France 5 ; 1 : TV national géographie 1 : e=m6
Ouvrage scientifique		2	Sans préciser
Socio-culturelle	Discussion familiale	1	« professeurs de physique dans la famille et amis proches »
	Expérience personnelle	0	

Ressources qui ont fondé l'affinité « physique » et « chimie » chez les étudiants d'affinité « chimie »

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	4	4 Cours
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	0	
	en tant que professeur (manuel,…).	2	2 Manuels scolaires
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	4	1 : « Wikipédia » 3 : sans préciser
	Journal	7	7 « science et vie »
	TV	10	9 : « c'est pas sourcier » 1 : « E=m6» 1 : « on n'est pas que des cobayes » 1 : « le bus magique » 1 : « la vie » 1 : sans préciser
Ouvrage scientifique		4	1 : bibliothèque 1 : livres disciplinaires 2 : sans préciser
Socio-culturelle	Discussion familiale	0	
	Expérience personnelle	0	

Ressources qui ont fondé l'affinité « physique » et « chimie » chez les étudiants d'affinité égale

Catégories	*Sous-catégories*	*Nb de réponses*	*Nb de réponses et exemples*
Ressources d'enseignement	en tant qu'élève ou étudiant	1	Cours
	ressources pour le concours (classe préparatoire, Capes, thèse,…)	1	« Belin Sup, Tec &Doc »
	en tant que professeur (manuel,…).	0	
Ressource de vulgarisation scientifique	Site	1	Sans préciser
	Journal	2	1 « science et vie » 1 « science et avenir »
	TV	3	2 « c'est pas sourcier » 1 « film science-fiction »
Ouvrage scientifique		1	Sans préciser
Socio-culturelle	Discussion familiale		
	Expérience personnelle	1	« Palais de la découverte à Paris » et « les musées (voir le pendule de Foucault à Pairs) »

Annexe 4.6. Maîtrise disciplinaire chez les étudiants d'Affinité « Chimie » (AC) et d'Affinité « Physique » (AP)

Maîtrise disciplinaire chez les étudiants AC

Maîtrise en chimie de 1 à 5 chez les étudiants AC	Maîtrise en chimie au bac+3	Maîtrise en chimie au bac+2	Maîtrise en chimie au bac+1
1	3	1	3
2	7	9	10
3	9	11	3
4	4	5	7
5	5	2	2
Nombre d'étudiants AC	**28/30**	**28/30**	**25/30**

Maîtrise disciplinaire chez les étudiants AP

Maîtrise pour la physique au bac+3 de 1 à 5 chez les étudiants AP	Maîtrise en physique au bac+3	Maîtrise en physique au bac+2	Maîtrise en physique au bac+1
1	5	3	2
2	4	8	7
3	2	4	5
4	8	8	4
5	5	2	2
Nombre d'étudiants AP	**24/34**	**25/34**	**20/34**

Annexe 4.7. Intérêt fort et très fort ; intérêt très faible, faible, et moyen

	Etudiants d'affinité « physique »						***Etudiants d'affinité « chimie »***					
	Nb d'étudiants au collège		***L***		***U***		***C***		***L***		***U***	
Discipline	I (4,5)	I (1,2,3)	I (4,5)	I (1,2,3)	I (4,5)	I (1,2,3)	I (4,5)	I (1,2,3)	I (4,5)	I (1,2,3)	I (4,5)	I (1,2,3)
Maths	28	6	24	10	7	27	21	9	11	9	3	27
Ph	22	12	33	1	32	2	19	11	22	8	15	15
Ch	22	12	29	5	15	19	22	8	28	2	28	2
Bio	15	19	20	14			16	14	20	10		
Géo	10	24	11	23			9	21	11	19		

Annexe 5. Données relatives au questionnaire B (enseignants en poste)

Annexe 5.1. Evolution de l'intérêt pour la chimie au cours du temps pour les professeurs en poste

Prof	*Au Collège*	*Au Lycée*	*A la CPGE*	*A l'Université*	*Thèse*	*A l'Agrégation*	*Au CAPES*	*Etre Enseignant*	*Toujours*	
Ca1t	1	0	+4	0						
Cb2t	Pas	5	-4	+4						
Cb3t	3	+1		+1						
ca4t	2	+1	+2	0	0			0		
cc5t	2	+1	+1	+1		0	0	0		
cb6t	Pas	3	+1	+1						
cb7t	2	+1	+2			0		0		
cb8t	3	+1	+1	0				0		
cb9t	1	+2		+2						
cb10t	Pas	5		0				0		
ca11t	3	+1		+1		0				
ca12t									5	
cc13t	1	+3		-1			+1	0		
ca44t	Pas	Pas	Pas	5		2014	-4			
cc14t	2	Pas			+3	0	-1		Après 1989	(+ 1) 0
cc15t	2	+1	+1							
cd16t	1	+2		+2	0			-1		
cb17t	2nd (3)	T. (+1)	+1							
cc18t	0	0	+5	0		0				
cd19t	2	+2	+1	0		Année de stage	-1	+1		
ce20t	3	0		+1			+1			
ce21t	2	0		+2					0	
cb37t	3	0	+1			+1				
pa22t	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	
pb23t	Pas	3	0	0				+1		
pc24t	2	+1		0			+1	4 en 2011, 3 en 2012 et 2 en 2014		
pd25t	3	0	0	+1			-1			
pb26t	Pas	3	+1							
pb27t	1	0	+2	-2	Prof cpge	0	prof Lycée TZR	+1		
pc28t	Pas	1	+1	-1				+2	Après	-2
pb29t	3	+2	+2	-1		+1		0		
pb30t	pas	1		+1	Sans préciser	+1				
Prof	*Au Collège*	*Au Lycée*	*A la CPGE*	*A l'Université*	*Thèse*	*A l'Agrégation*	*Au CAPES*	*Etre enseignant*	*Toujours*	
pc31t	2	0		+1			+1			
pa32t									Moins de 1	
pe33t	3	0	+1	-1			+1	+1		
pb34t	3	0		-2			+2	0		
pc35t	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas					

pd36t									5	
z38t								du 4e,3e..jusqu'à Fac	de 1 à 5	
z39t	2	+2	-3	0		+2		+1		
z40t	5	-2		-2		Agrég Après 9ans d'enseignent (+2)	+2	Enseignant (9ans : 0)		
z41t	Pas	5							5	
z42t	2nde	4	1ère	-2	T.	-1	L1	+3	Maîtrise	+1
ca43t - pd43t	3	+1		+1			0	0		

Annexe 5.2. Evolution de l'intérêt pour la physique au cours du temps pour les professeurs en poste

(pas = l'enseignant n'écrit pas son intérêt à un moment donné)

Etudiant	*Au collège*	*Au lycée*	*A la CPGE*	*A l'université*	*Thèse*	*A l'Agrégation*	*Au CAPES*	*Etre enseignant*	*Toujours*			
Ca1t	1	0	+4									
Cb2t									3			
Cb3t									4			
ca4t	1	+2	-1	0	-1			+2				
cc5t	2	+1	0	-2				+1	concours (sans préciser)	+1		
cb6t	pas	3	-1	-1				+2				
cb7t	2	+2	-1	Pas		0	enseignement1	0	enseignement2	+1		
cb8t	3	0	0	0				0				
cb9t	pas	3		-1								
cb10t	pas	2					+1	+1				
ca11t	pas	2		-1			+3					
ca12t									1			
cc13t	1	+3		-2			+1	+1				
ca44t	Pas	Pas	Pas	4		2012	-2	2014	0			
cc14t	3	Pas	0			-2	0					
cc15t	2	+1										
cd16t	1	+1		0	0			+1				
cb17t	pas	3	0	1990-2005	-1	2005	+1	2010	+1			
cc18t	0	0	3	0		+1		+1				
cd19t	2	+2	-2	+2		-2	après concours (agrég)	+2				
ce20t	5	0					après	-1				
Etudiant	*Au collège*	*Au lycée*	*A la CPGE*	*A l'université*	*Thèse*	*A l'Agrégation*	*Au CAPES*	*Etre enseignant*	*Toujours*			
ce21t	2	0		+1			maîtrise	0	aujourd'hui	0		
cb37t	3	0	0			0						
Etudiant	*Au collège*	*Au lycée*	*A la CPGE*	*A l'université*	*Thèse*	*A l'Agrégation*	*Au CAPES*	*Etre enseignant*	*Toujours*			
pa22t	1	+1	+1	0	+1	+1						
pb23t	Pas	4	0	0				5				
pc24t	2	+1		0			4	4année d'ensei (+1)				
pd25t	4	5,4,5	0	0								
pb26t		2	+1	0				+1				
pb27t	3	-1	+3	0		TZR lycée	-3	enseignement CPGE	+2			
pc28t		0	1	+2				+1				
pb29t	3	+2	0			0		0				
pb30t									5			
pc31t	3	+1		0			+1					
pa32t									5			
pe33t	3	0	0	+2			0	0				
pb34t	3	0		+1			+1	+1				

pc35t	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas						
pd36t									5			
z38t								du 4e,3e..jusqu'à Fac	de 1 à 5			
z39t	2	+2	0	-1		+2		0				
z40t	pas	5	1993-1996 (au C)	-1	1996-1999/ 1999-2001(L et U)	-2	2001-2004	+2	2005 (capes)	-1	2014	+2
Z41t		5										
z42t									4			
ca43t-pd43t	2	+1		-1			0	0				

Annexe 5.3. Constitution de l'intérêt pour la chimie

- Constitution de l'intérêt pour la chimie chez les enseignants en tant qu'élève au collège

Il existe 13 professeurs que leur intérêt pour la chimie s'est manifesté au collège.					
Professeurs d'IRC (Nb=7)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=5)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=1)	Intérêt pour la chimie
Cb3t	3	Pd25t	3	Z40	5
Cb8t	3	Pb29t	3		
Ca11t	3	Pe33t	3		
Ca12t	5	Pb34t	3		
Ce20t	3	Pd36t	5		
Cb37t	3				
Ca43t-pd43t	3				

- Constitution de l'intérêt pour la chimie chez les enseignants en tant qu'élève au lycée

Il existe 18 professeurs que leur intérêt pour la chimie s'est manifesté au lycée.					
Professeurs d'IRC (Nb=12)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=3)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=3)	Intérêt pour la chimie
Cb2t	5	Pb23t	3	Z39t	4
Ca4t	3	Pc24t	3	Z41t	4
Cc5t	3	Pb26t	3	Z42t	4
Cb6t	3				
Cb7t	3				
Cb9t	3				
Cb10t	5				
Cc13t	4				
Cc15t	3				
Cd16t	3				
Cb17t	3				
Cd19t	4				

- Constitution de l'intérêt pour la chimie chez les enseignants en tant qu'étudiant en CPGE et université

Il existe 3 professeurs que leur intérêt pour la chimie s'est manifesté en CPGE.					
Professeurs d'IRC (Nb=2)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=1)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
Ca1t	5	Pb27t	3		
Cc18t	5				
Il existe 3 professeurs que leur intérêt pour la chimie s'est manifesté à l'université.					
Professeurs d'IRC (Nb=2)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=1)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
Ca44t	5	Pc31t	3		
Ce21t	4				

- Constitution de l'intérêt pour la chimie chez les enseignants en tant que doctorant et enseignant

Il existe 1 seul enseignant d'IRC que son intérêt pour la chimie se manifeste en thèse.					
Professeurs d'IRC (Nb=1)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=0)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
Cc14t	5				
Il existe 1 seul professeur que son intérêt pour la chimie se manifeste en tant qu'enseignant					
Professeurs d'IRC (Nb=0)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=1)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
		Pc28t	3		

Annexe 5.4. Constitution de l'intérêt pour la physique

- Constitution de l'intérêt pour la physique chez les enseignants en tant qu'élève au collège

Il existe 17 professeurs que leur intérêt pour la physique se manifeste au collège.					
Professeurs d'IRC (Nb=6)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=9)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=2)	Intérêt pour la chimie
Cb2t	3	Pd25t	5	Z40t	5
Cb3t	4	Pb27t	3	Z42t	4
Cb8t	3	Pb29t	3		
Cc14t	3	Pb30t	5		
Ce20t	5	Pc31t	3		
Cb37t	3	Pa32t	5		
		Pe33t	3		
		Pb34t	3		
		Pd36t	5		

- Constitution de l'intérêt pour la physique chez les enseignants en tant qu'élève au lycée

Il existe 14 professeurs que leur intérêt pour la physique se manifeste au lycée.					
Professeurs d'IRC (Nb=10)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=2)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=2)	Intérêt pour la chimie
Ca4t	3	Pb23t	4	Z39t	4
Cc5t	3	Pc24t	3	Z41t	5
Cb6t	3				
Cb7t	4				
Cb9t	3				
Cc13t	4				
Cc15t	3				
Cb17t	3				
Cb19t	4				
Ca43t-pd43t	3				

- Constitution de l'intérêt pour la physique chez les enseignants en tant qu'étudiant en CPGE et université

Il existe 4 professeurs que leur intérêt pour la physique se manifeste en CPGE.					
Professeurs d'IRC (Nb=2)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=2)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
Ca1t	5	Pa22t	3		
Cc18t	3	Pb26t	3		
Il existe 3 professeurs que leur intérêt pour la physique se manifeste à l'université.					
Professeurs d'IRC (Nb=2)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=1)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
Ca44t	4	Pc28t	3		
Ce21t	4				

- Constitution de l'intérêt pour la physique en CAPES et tant qu'enseignant

Il existe 2 enseignants d'IRC que leur intérêt pour la chimie se manifeste en CAPES.					
Professeurs d'IRC (Nb=2)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=0)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
Cb10t	3				
Ca11t	4				
Il existe 1 seul professeur que son intérêt pour la chimie se manifeste en tant qu'enseignant.					
Professeurs d'IRC (Nb=1)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'IRP (Nb=0)	Intérêt pour la chimie	Professeurs d'intérêt Z (Nb=0)	Intérêt pour la chimie
Cd16t	3				

Annexe 5.5. Nombre d'enseignants qui expriment une évolution de l'intérêt pour la chimie

Nombre de professeur (qu'ils ont un intérêt relatif pour la chimie (IRC), qu'ils ont un intérêt relatif pour la physique (IRP), qu'ils ont un intérêt relatif égale (Z)) que leur intérêt pour la chimie augmente (+), diminue (-), stable entre deux moments (0).

Profs	*Lycée*	*CPGE*	*Université*	*Thèse*	*CAPES*	*Agrég*	*Enseignant*
IRC (+)	13	12	10		2	1	1
IRP (+)	2	5	3		4	1	4
Z (+)	3	1	2		1	2	1
Total	**18**	**18**	**15**	**0**	**7**	**4**	**6**
IRC (-)			1				1
IRP (-)	1		5		1		
Z (-)	1	1					
Total	**2**	**1**	**6**	**0**	**1**	**0**	**1**
IRC (0)	3		5	2	2	2	6
IRP (0)	5	2	1				3
Z (0)			1				1
Total	**8**	**2**	**7**	**2**	**2**	**2**	**10**

Annexe 5.6. Nombre d'enseignants qui expriment une évolution de l'intérêt pour la physique

Nombre de professeur (qu'ils ont un intérêt relatif pour la chimie (IRC), qu'ils ont un intérêt relatif pour la physique (IRP), qu'ils ont un intérêt relatif égale (Z)) que leur intérêt pour la physique augmente (+), diminue (-), stable entre deux moments (0).

Profs	*Lycée*	*CPGE*	*Université*	*Thèse*	*CAPES*	*Agrég*	*Enseignant*
AC (+)	9	2	3		4	2	10
AP (+)	4	4	4	1	3	1	6
Z (+)	2	0	2		2	1	1
Total	**15**	**6**	**9**	**1**	**9**	**4**	**17**
AC (-)		4	6	1		1	1
AP (-)	1						1
Z (-)	1	1	1				
Total	**2**	**5**		**1**		**1**	**2**
AC (0)	5	4	3	1	1	2	3
AP (0)	3	3	6		1	1	2
Z (0)		1					1
Total	**8**	**8**	**9**	**1**	**2**	**3**	**6**

Annexe 5.7. L'intérêt pour la physique et la chimie s'approche ou est différent et L'intérêt didactique de la physique et de la chimie s'approche ou est différent

Age	*Intérêt relatif*	*Année d'enseignement*	*Ch-ph égal-proche*	*Ch-ph différent*	*Enseignement ph-ch égal-proche*	*Enseignement ph-ch différent*
44	Ca1t-pas	19 ans (CPGE)	Oui	--	--	--
45	Cb2t-eca2t	20 (prépa pcsi chimie)		Oui	Oui	
41	Cb3t-ecb3t	18	Oui		Oui	
31	Ca4t-ecc4t			Oui	Oui	
35	Cc5t-eca5t	8 en CPGE (ph-ch)		Oui		Oui (5 pour la ch et 1 pour ph)
31	Cb6t-ecb6t	7 en lycée (ph-ch)		Oui		Oui (4 avant 2012 et 3 en 2012)
32	Cb7t-ecd7t	8	Oui		Oui	
27	Cb8t-ecc8t	6	Oui		Oui	
48	Cb9t-ecc9t	26 (lycée et 4 en collège)		Oui	Oui (5 en ens chi, 4 en ph)	
54	Cb10t-ecd10t	32 au collège et au lycée	Oui		Oui	
44	Ca11t-eca11t	10 seconde et TS (ph-ch)	Oui			Oui
76	Ca12t-eca12t	40 ans au lycée		Oui		Oui
27	Cc13t-ecd13t	4 au collège et au lycée	Oui		Oui	
43	Ca44t	19 ans en SPC au L et BTS	Oui (- pour les 2)		Oui (- pour les 2)	
56	Cc14t-ecd14t	30 ans C et L et Agré et CAPES		Oui		Oui
40	Cc15t-ecd15t	15 ans en CPGE		Oui	Oui	
46	Cd16t-ez16t	15 ans en seconde et TS en ph-ch		Oui	Oui	
44	Cb17t-ez17t	22 ans en CPEG, université	Oui		Oui	
46	Cc18t-ez18t	22 ans	Oui		Oui	
32	Cd19t-ez19t	7 ans collège, lycée, BTS	Oui		Oui	
27	Ce20t-ez20t	Lycée, 6ième	Oui			
37	Ce21-ez21t	12 ans C et L et BTS		Oui	Oui	
32	Cb37t-eca37t	6 ans au C et L et PCSI et PC		Oui		
34	Pa22t-epb22t	12 ans CPGE, MPSI, PSCI	Pas en ch, fort ph			Oui
68	Pb23t-epb23t	35 ans en lycée générale (ph-ch)	Oui		Oui au lycée	
28	Pc24t-epc24t	4 ans au collège ph-ch		Oui		Oui
29	Pd25t-epd25t	4 ans au lycée et TZR		Oui	Oui	

60	Pb26t-epb26t	35 ans lycée puis université	Oui		Pas de réponse en ch	
34	Pb27t-epb27t	10 ans TZR, C, L, CPGE		Oui		Oui
55	Pc28t-epc28t	30 ans spé, sup, université		Oui		Oui
26	Pb29t-epb29t	4 ans en PCSI (physique)	Oui		Pas	
66	Pb30t-epb30t	35 ans lycée géné et techn et BTS		Oui	Oui	
28	Pc31t-epc31t	4 ans au collège	Oui			Oui
60	Pa32t-epa32t	37 ans ph-ch, électrotechnique		Oui		Oui
30	Pe33t-ez33t	7 ans C e L ph-ch	Oui		Oui	
39	Pb34t-ez34t	14 ans (12 en C et 2 en L)		Oui		Oui
43	Pc35t-ez35t	BTS chimiste et génie procédés	Pas de réponse		Pas de réponse	
38	Pd36t-ez36t	15 ans TS, 2nde, MPS, DNL	Oui		Oui	
48	Z38t-ez38t	26 ans au lycée : 2nde, TS	Oui		Pas de réponse	
37	Z39t-ez39t	13 ans en C et L et L technologie	Oui		Oui	
32	Z40t-ez40t	9ans en C, L, MPS,DNL, TPE	Oui		Pas de réponse	
39	Z41t-ez41t	19 ans (TS)+BTS (ph et ch)	Oui		Oui	
51	Z42t-pas	C, L, BTS : ph-ch et informatique	Oui		Oui dans la diminution de l'intérêt	
35	Ca43t-pd43t	12 ans ph-ch		Oui	Oui collège	Oui lycée

Annexe 6. Transcription des entretiens avec des étudiants en master se destinant à l'enseignement

Annexe 6.1. Transcription de l'entretien avec cb30 (étudiant en master se destinant à l'enseignement)

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est effectivement moi – Mohammad Dames ALTURKMANI), E désigne l'étudiant.

1 I : L'entretien concerne des questions sur quelques réponses écrites dans le questionnaire et sur votre représentation de la chimie et de la physique. Ma première question, concernant les réponses, la question 5.1, décrivez en quoi votre professeur en chimie était très « rigoureux », qu'est-ce que vous entendez par « rigoureux » ?

2 E : Je suis une élève assez scolaire, donc mon prof de chimie, ses cours ils étaient parfaitement cadrés, donc c'est-à-dire que les… enfin, comment dire, les cours c'était grand 1, petit 1, machin, et euh… je sais pas trop comment expliquer, c'est… il décrivait tout dans les détails, il y avait des exemples systématiquement après ses… après la notion importante, il appuyait bien sur les notions importantes alors que mon prof de physique, il disait tout plein de choses à l'oral, sauf qu'il fallait qu'on note aussi. Le problème c'est que quand on fait une phrase de 10 km et qu'on comprend pas la phrase, on peut pas la noter. Donc, quand je reprenais mes cours, mon prof de physique bah, il m'en manquait la moitié finalement. Il était très brouillon.

3 I : J'ai compris que vous avez en même temps 2 professeurs, un professeur de physique et un professeur pour la chimie. C'est quoi la différence avec le professeur de physique ? C'est quoi la différence entre le prof en chimie?

4 E : La physique, c'est ça, il disait beaucoup de choses à l'oral, mais il était très brouillon, il était pas du tout pédagogue. Il était dans son monde, pour lui ça lui était évident. Nous, on est tout de suite bloqués par les maths et pour lui, les équations différentielles du second ordre, hop, il résolvait tout comme ça de tête, donc là ça fait ça, on peut faire telle approximation, mais on savait pas pourquoi on pouvait faire telle approximation. Et moi, j'avais beaucoup de mal, vraiment à prendre du recul et j'étais plongée dans les maths et j'arrivais pas à prendre du recul sur les phénomènes physiques. Alors qu'en chimie, il nous disait « on peut faire telle approximation parce que c'est… », et en plus il écrivait tout.

5 I : D'accord. Vous avez mentionné que vous avez toujours apprécié la chimie. Et donc, vous avez une bonne compréhension des phénomènes. Qu'est-ce que vous entendez par « j'ai une bonne compréhension des phénomènes en chimie » ?

6 E : Euh… je sais pas, c'est quand on me dit « bah voilà, on mélange un acide, une base ou un diacide et une base » bah je comprends ce qui se passe. Vraiment, j'ai du recul, c'est-à-dire je me dis « ah bah oui, telle chose va faire telle chose parce que ça… » Alors qu'en physique je suis beaucoup plus, on va dire euh… en fait je suis beaucoup plus préoccupée par les maths parce que je sais que cet aspect me gêne et du coup, j'ai moins de recul sur les phénomènes. Pour reprendre l'exemple des approximations, maintenant je commence à me dire « oui, je pourrais approximer ça parce que ça… » Mais ça, c'est parce que je commence à avoir du recul alors qu'avant j'en avais pas du tout.

7 I : Ce que j'ai compris, c'est qu'il n'y a pas de justification pour euh… pour faire cette chose-là en physique. Mais par contre en chimie quand il fait ces choses-là parce que… c'est ça ?

8 E : Ouais.

9 I : Et ça, vous pensez que c'est le rôle de professeur qui fait ça, qui manque euh… ses justifications… ou euh… ?

10 E : Oui, je pense. Moi, j'aimais beaucoup mon prof de physique en CPGE, je pense quand même qu'il était très mauvais prof parce que… bah il était dans son monde, ça lui paraissait tellement évident. Donc, oui je pense que c'est le rôle du professeur d'expliquer pourquoi on fait les choses et d'essayer justement de donner un peu ce recul sur les choses, c'est-à-dire bon bah voilà euh… je sais pas… le phénomène de diffraction euh… bah il se passe ça parce que, parce que, parce que… Et c'est ce que font un peu nos profs de masters depuis 2 ans, notamment notre prof de physique ondulatoire, Monsieur Garnier qui arrivait justement à donner du recul. C'est-à-dire écarter un peu cet aspect de mathématiques et dire voilà avec les mains qu'est-ce qui se passe. Et ça, bah mon prof de physique en prépa il le faisait pas du tout parce que c'est pas le système prépa et finalement, bah moi ça me posait beaucoup de difficultés.

11 I : Qu'est-ce que vous entendez par « j'éprouvais beaucoup plus de difficultés à comprendre la physique mais étant souvent bloqué dans post-bac par mon niveau de compréhension ». En quoi vous avez des difficultés en physique ?

12 E : Par les maths, parce que justement euh… parce que comme j'ai pas de recul, quand j'arrive sur un exercice complètement nouveau je vois pas ce qui se passe, je me dis… enfin… nous par exemple on voit l'interféromètre de MICHELSON en physique, en optique ondulatoire. Bon, j'ai l'habitude, on m'a donné une certaine expérience de cette interféromètre-là. Maintenant, on me donne un autre interféromètre qui a à peu près le même principe, comme j'ai pas assez de recul sur les choses, je vais… je comprendrais pas le phénomène qui se passe, alors qu'en fait le phénomène est quasiment le même. Mais maintenant, ça commence un peu à venir, mais avant c'était ça mon problème, c'est-à-dire que j'étais trop dans les exercices et je prenais pas de recul sur le phénomène en me disant bon alors… bon on envoie une lumière, qu'est-ce qui se passe, qu'est-ce qu'elle va faire la lumière. Avant, ça, ça me venait pas, enfin ça me venait pas naturellement.

13 I : Et qu'est-ce que vous entendez par « les mathématiques sont abstraits à l'université » ? En quoi les mathématiques sont abstraites ?

14 E : Les maths, c'est complètement abstrait. On nous parle d'espace vectoriel, on nous parle de… je sais pas, de suite de matrices, mais qu'est-ce que c'est une matrice ? C'est un outil, bon d'accord, mais… pour moi c'est vraiment abstrait. Je connais les calculs de base parce que j'ai fait prépa et qu'on m'a appris à faire ces calculs de base, mais euh… je vois pas…

15 I : Est-ce que c'est dans la modélisation, dans les calculs finals que vous trouvez ?

16 E : Bah non, les calculs, ça c'est rigoureux, c'est justement du calcul. Non, c'est plus… c'est plus que comme il y a pas de… enfin on peut rien toucher en maths. Donc, ou on comprend le phénomène ou on le comprend pas. Donc, en physique, un exemple bête, mais euh… les ondes sonores, qu'est-ce que c'est ? Bah, on va sur une animation flash et puis on voit que le son se dilate et se contracte, bon « ah oui, on a compris ce que c'était une onde sonore ». En maths, une matrice, bon d'accord il y a plein de calculs avec, mais euh… mais j'arrive pas moi, à me dire ça, à quoi on va pouvoir l'appliquer et qu'est-ce qu'on va pouvoir faire avec. Pour moi, c'est complètement… c'est un outil très intéressant, mais euh…

17 I : En fait, j'ai fini les questions concernant vos réponses. J'ai quelques questions supplémentaires.

18 E : D'accord.

19 I : D'après vous, c'est quoi la chimie ?

20 E : Euh…

21 I : Il y a des sous-questions. Quelle est votre représentation de la chimie ?

22 E : Euh… Bah, c'est l'étude des molécules ou l'étude des… mais j'en sais rien, qu'est-ce que c'est la chimie.

23 I : Quel est l'objet de l'étude de la chimie ?

24 E : La matière. Mais bon, en physique aussi on peut dire ça. Ah non, en physique ça sera plus les phénomènes. Alors qu'en chimie c'est plus vraiment la matière, les molécules.

25 I : Et comment situez-vous la chimie dans l'échelle microscopique-macroscopique et dans le concret-abstrait ?

26 E : Pour moi, la chimie ça va être plus microscopique que macroscopique. Et encore, parce que si on part sur des [**0.10.16] macroscopique. Et euh… c'est assez abstrait aussi parce que c'est pareil, la chimie on va pas pouvoir vraiment toucher… dans notre bécher par exemple si on fait un mélange dans notre bécher on va pouvoir se dire « bah il se passe ça, il se passe pas ». Mais en fait, on peut pas vraiment le voir, à côté de ça il y a quand même des mesures, en disant « bon je pense que ça va former… je dis n'importe quoi, mais je pense que si je rajoute ça et ça, ça va former un acide, on va pouvoir mesurer le PH, ah oui, c'est bien un acide ». Enfin, c'est complètement anecdotique, mais euh… donc ce serait plus microscopique et c'est abstrait, mais on a quand même des moyens de mesurer.

27 I : D'accord. Et pour vous, c'est quoi la physique ?

28 E : L'étude des phénomènes.

29 I : Quelle est votre représentation de la physique ? Quel est l'objet de l'étude de la physique et comment situez-vous la physique dans l'échelle microscopique-macroscopique et dans l'échelle concret-abstrait ?

30 E : La physique, ce sera plus macroscopique, c'est vraiment l'étude des phénomènes qu'on peut observer, donc ça va être un mouvement, ça va être… ce qui va se passer dans un circuit électrique. Euh… c'est pareil, c'est mesurable, comme grandeur et c'est peut-être plus concret vraiment que la chimie. Par contre, tous les… comment dire, toute la justification derrière va être beaucoup plus mathématique, et là ça va passer… la modélisation de la physique va être beaucoup plus abstraite que la modélisation de la chimie.

31 I : Comment ça ?

32 E : Bah en physique, quand on modélise quelque chose, on va tout de suite se plonger dans des calculs de maths plus ou moins compliqués, mais tout de suite. Et puis, là on va faire des approximations. Mais dès que… mais pour moi, enfin je dis pas que c'est le cas de tout le monde, mais pour moi, dès qu'il y a des maths assez compliquées, ça devient un peu abstrait, ça perd un peu… on va avoir des équations différentielles, il faut vraiment que moi j'aie un problème pour comprendre ce que les membres de l'équation différentielle veulent dire dans la vraie vie. Alors qu'en chimie, on a un peu moins ce problème-là, en tout cas à mon niveau. Après, ça se complique, mais à mon niveau, on a moins ce problème, on a moins cette modélisation mathématiques. Donc, pour moi ça reste plus concret. Je sais pas du tout si ça vous aide, mais…

33 I : C'est quoi une science expérimentale concrète et c'est quoi une science rigoureuse abstraite ?

34 E : Bah, une science expérimentale concrète ce serait la physique, une science rigoureuse abstraite, ce serait les maths. Parce qu'en physique, on fait plein d'approximations. On étudie un fil… on va dire que le fil, il est sans masse, on va dire que le fil, il est parfaitement tendu. En regardant un

câble électrique dans la vraie vie, c'est pas vrai. Donc, pour moi, la modélisation, elle contient des approximations, donc c'est concret parce qu'on peut toucher les choses, mais c'est pas vraiment rigoureux. En maths, pour moi c'est pas du tout expérimental, ce que je disais tout à l'heure. Il y a rien à toucher, éventuellement il y a des modélisations via l'informatique, mais c'est quand même pas vraiment concret, c'est pas quelque chose qu'on peut observer. Par contre, il y a pas d'approximations, c'est complètement rigoureux.

35 I : D'accord. Euh… en fait, il y a… décrivez-vous votre maîtrise relative du contenu de la cinquième jusqu'à la terminale, première S pardon. Vous avez la maîtrise 0 entre la physique et la chimie. Après, vous avez en terminale BAC +1, BAC +2, BAC +3 plutôt une maîtrise pour la chimie. Est-ce qu'il y a un lien entre votre intérêt relatif plutôt pour la chimie et votre maîtrise des contenus ? Si oui pourquoi ?

36 E : Parce que c'est beaucoup plus amusant de travailler sur quelque chose qu'on comprend et euh… on nous donne… moi je suis passée par prépa, donc les exercices, j'en ai fait un maximum. On nous donne des exercices. En chimie, je comprends, j'ai envie de chercher. En physique, comme j'étais complètement noyée, que je comprenais… voilà j'avais pas du tout de recul sur les phénomènes, je comprenais pas, on commence un exercice, on n'y arrive pas, on recommence un exercice, on n'y arrive pas, on recommence le troisième exercice, on n'y arrive pas, au bout de trois ans, pfft… Ouais, la physique, vraiment… et les maths, c'était encore pire. Alors que la chimie, malgré tout comme je comprenais et ben oui, il y avait des exercices que je savais pas faire, mais…

37 I : C'était les maths utilisées en physique ou… ?

38 E : Non, les vraies maths, pas les maths… la matière mathématique euh… je faisais de la physique, de la chimie et des maths. Et dans mon intérêt, c'était vraiment la chimie, la physique et les maths, et mon niveau c'était de la chimie, de la physique et les maths.

39 I : Avez-vous déjà enseigné en classe la physique et la chimie ?

40 E : Oui.

41 I : Si oui, vous pouvez me raconter comment vous avez préparé par exemple un cours en chimie et en physique ? C'est-à-dire chercher des ressources…produire des ressources pour vos élèves et la mise en pratique dans votre classe, votre cours ou votre TP.

42 E : Euh… bah alors, j'ai déjà enseigné la chimie, la physique euh… par mes stages, j'ai beaucoup plus enseigné la physique que la chimie. Cette année, par exemple, j'ai fait 6 semaines de responsabilité et j'ai vraiment été… j'ai fait que de la physique, j'ai pas fait du tout de chimie à part une journée que j'ai rajoutée pour mon mémoire à moi. Donc, ce qui était même pas dans le programme. Et comment est-ce que je construis, que ce soit en chimie ou en physique, je construis le cours exactement de la même façon, c'est-à-dire que je vais d'abord voir les BO, savoir ce qu'ils veulent et puis je vais essayer de suivre le contenu du programme et puis après, je vais chercher dans les livres et je vais chercher sur Internet pour trouver des exemples de cours, des exemples de TP.

44 I : Quels livres ? Par exemple.

45 E : Les livres scolaires, les NATHAN, les BORDAS… donc vraiment les livres de seconde et puis après, je vais chercher sur Internet pour voir s'il y a des TP, des propositions de TP, si je trouve des idées intéressantes. Et puis après, je cherche aussi, donc ça c'est mon tuteur de cette année qui m'a donné l'habitude d'aller chercher des animations flash ou des petites vidéos, des trucs très courts, mais pour essayer justement de donner du concret aux élèves et puis pour essayer de diversifier un peu la méthode d'enseignement. C'est-à-dire qu'un élève, il va pouvoir sur une heure se concentrer un quart d'heure. Donc, tous les quarts d'heures, il faut donner un petit truc qui a de l'intérêt. Après, que ce soit de la physique ou de la chimie, je suis professeur, enfin je vais être professeur de physique

chimie, il y a plus de physique que de chimie d'ailleurs dans leurs programmes globalement, donc euh… pas de différence. Après, je pense que…

46 I : Quel est le programme dont vous parlez ?

47 E : Tous. Que ce soit de la cinquième à la terminale.

48 I : Et vous avez enseigné dans quelle classe ?

49 E : Moi, j'ai enseigné en cinquième, en troisième, mais très peu. Et j'ai enseigné en seconde, beaucoup, en terminale S, et en BTS, en post-BAC.

50 I : Vous pouvez donner un exemple sur une notion ou un thème que vous avez enseigné en seconde ?

51 E : Oui, si vous voulez. Les lois de SNELL-DESCARTES. En seconde, dans le thème santé et ben… alors ce que j'ai fait, j'ai fait un TP et un cours. Donc euh… pour le TP j'avais fait plein d'expériences euh… justement j'étais allé chercher dans les livres, dans les manuels scolaires et puis sur Internet et j'avais fait un TP assez long où j'alternais…

52 I : Vous avez vous-même construit ce TP à partir de… ?

53 E : Oui, je construis tous mes cours parce que l'enseignement d'un prof à un autre n'est pas le même, donc euh…

54 I : Comment vous avez construit ce TP-là ? De quel livre vous avez tiré des… ?

55 E : Je savais quelle notion je voulais aborder, c'est-à-dire que par le TP je voulais que les élèves découvrent… enfin retrouvent les lois de SNELL-DECARTES. Donc, j'ai essayé de leur faire trouver les lois. Donc, pour ça je leur ai déjà fait une expérience euh… où j'essaie de vraiment faire comprendre le phénomène, donc pour ça j'ai déjà fait une expérience où j'ai mis un aquarium. J'ai envoyé un faisceau laser et j'ai montré qu'il y avait 3 rayons, donc l'incident, le réfracté et le réfléchi. Et ça, je l'ai tiré euh… d'un… c'est une expérience classique donc euh… je sais pas, d'un site Internet ou… et là je l'ai refait devant les élèves. Et puis après, je suis allé chercher notamment des TP sur Internet, donc pour la réflexion c'est pareil, c'est très classique, on envoie un faisceau, on regarde où il réfléchit. Ça, je l'ai fait moi-même parce que je l'avais déjà fait plein de fois en tant qu'élève. Et puis après, je suis allé chercher notamment un TP sur Internet où je trouvais l'idée intéressante, c'est-à-dire qu'il y a 2 lois qui se sont succédé, pour les petits angles. Et puis SNELL-DESCARTES, ça fait (sin i = sin r) et je leur ai fait comparer les 2 lois. Et donc ça, bah j'ai trouvé intéressant de leur mettre un dossier documentaire que j'ai pris d'un TP trouvé sur Internet et puis après, moi, j'ai posé mes questions pour arriver à construire mon TP pour leur faire voir la différence entre les 2 lois et leur en faire tirer ce que je voulais en fait.

56 I : Et la mise en pratique avec les élèves ? Les élèves comment ils ont travaillé ? Est-ce que vous avez utilisé avec eux la démarche classique, ils manipulent avec des fiches TP ou avec la démarche d'investigation ?

57 E : Je suis plutôt directive dans mes TP, donc c'était pas la démarche d'investigation, à côté de ça je voulais quand même essayer qu'ils trouvent par eux-mêmes sans que je leur donne la réponse. C'est pour ça que je leur ai fait comparer les 2 lois. Cependant, dans mon TP vraiment, c'était vraiment là il faut faire ça, là il faut faire ça, j'avais des classes de niveau faible, donc euh… les laisser tous seuls, pas une bonne idée du tout. Donc euh… c'était plutôt assez classique. On a fait l'expérience de l'aquarium, je l'ai fait avec eux devant eux, ils ont réfléchi tous ensemble, on a discuté en classe, en demi-groupe autour du bureau, et puis après ils ont écrit tout ce qu'ils ont vu. Et puis après, chacun par binôme allait faire les mesures. Voilà. Donc, ils ont plutôt bien réagi. Avec un peu d'informatique à la fin pour les remotiver.

58 I : Est-ce que vous avez un exemple sur un cours en chimie, que vous avez enseigné ?

59 E : Non, parce que ça fait trop longtemps. Je serai pas capable de vous dire comment j'ai créé le cours. L'année dernière, avec ma binôme Sonia, on a fait un TP de chimie en seconde également, sur les familles organiques et on l'a fait de la même façon. C'est-à-dire qu'on allait voir les BO, puis on a pris les manuels et je crois qu'on n'avait rien cherché sur Internet, mais on a discuté avec nos professeurs, et puis on avait aussi tiré des idées de quelque chose qu'on avait vu, il me semble, je suis plus sûre, mais il me semble qu'on avait tiré des idées du travail collectif qu'on avait fait avec notre promotion. En disant « ah c'était intéressant, t'as vu, untel, il avait fait ça comme ça ». Voilà.

60 I : Quel est le lien entre votre intérêt relatif chimie et le choix de continuer votre formation universitaire en licence physique chimie ?

61E : Je comprends pas le sens de la question.

62 I : C'est-à-dire vous avez l'intérêt à partir, si on peut dire, dès collèges, dès lycées, pour la physique ou pour la chimie. Et est-ce qu'il y a un lien pour cet intérêt-là et de continuer en licence physique chimie ?

63 E : Non, il y a pas de lien. C'est-à-dire que je voulais… enfin il y a un lien, mais moi je voulais être institutrice à la base et puis j'ai changé d'avis. Mais euh… disons que je suis dans une famille de scientifique, donc il me semblait logique, je me suis pas posé des questions, c'était logique pour moi d'aller en sciences parce que les lettres ça me plaisait pas du tout. Donc, je suis allée en science. Puis après, en fin de prépa, je me suis dit finalement je veux plus faire institutrice…

64 I : Comment votre famille a influencé ?

65 E : Mon père est professeur de physique chimie. Donc, c'est un milieu dans lequel je baigne depuis que je suis toute petite. Mon frère est ingénieur en informatique, il a fait que des sciences de toute sa vie. Ma mère, elle est… elle est professeur en lycée professionnel et elle fait plutôt pareil, des sciences. Donc, en fait euh… ça influe parce que depuis que je suis toute petite, on me baigne dans un milieu de physique chimie, donc même si je le veux ou que je le veuille pas, j'aurais pu m'intéresser aux lettres, mais en l'occurrence, bah non, c'était les sciences.

66 I : Avant de continuer en licence physique-chimie. Comment avez-vous pris le choix de continuer en licence physique chimie, est-ce que vous avez discuté avec votre père ou est-ce que vous avez déjà l'image que vous avez continuée… ?

67 E : Bah en fait, non parce que je me suis toujours dit « moi, je ferai maîtresse quand je serai grande ». Alors, pour faire maîtresse, c'était le parcours… j'avais le niveau, donc c'était le parcours royal de passer d'abord par une prépa puis par une licence et puis après, aller passer le concours professeur des écoles. Ça, c'est la voie euh… c'est là où j'ai le plus de chance de réussite et puis si par hasard je change d'avis, j'aurais toujours le moyen. Donc euh… mon frère, il a 7 ans de plus que moi et ça… mon père a toujours répété la prépa c'est bien, la prépa c'est bien. Donc, ça enregistre, j'avais 10 ans, la prépa c'est bien.

68 I : D'accord. C'est tout. Merci beaucoup.

Annexe 6.2. Transcription de l'entretien avec pb33 (étudiant en master se destinant à l'enseignement)

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est effectivement moi – Mohammad Dames ALTURKMANI), E désigne l'étudiant.

0I : L'entretien concerne des questions sur quelques réponses écrites dans le questionnaire et sur votre représentation de la chimie et de la physique. Ma première question : Qu'est-ce que vous entendez « A l'université, je me suis beaucoup intéressé à la création de l'univers et aux lois qui les régissent » ?

1 E : Je crois que je ne pourrais pas répondre à cette question. C'est quelque chose qui me plaît, c'est un sentiment en fait.

2 I : Vous pouvez décrire ce qui vous plaît ?

3 E : En fait, je sais pas, quand je relisais mes cours de cosmologie par exemple, qui détaillaient les différentes phases de création de l'univers, donc le big-bang, tout ça, je sais pas, ça me procurait une sensation vraiment de… je trouvais ça extraordinaire en fait qu'il y ait des lois mathématiques et qu'il y ait une interprétation physique de la création de l'univers. C'est… quelque chose comme ça… c'est un peu euh… c'est pas vraiment très très précis en fait, donc j'aurais du mal à poser des mots dessus en fait. Mais c'est vraiment quelque chose… quelque chose qui m'attire, en fait de me dire que les atomes qui ont été créés lors du big-bang en fait, c'est ceux qui étaient en train de former ma feuille de papier que j'étais en train de lire, qu'i y avait un lien entre tout ça, c'est quelque chose qui me… que je trouve extraordinaire. C'est ça qui me passionnait.

4 I : Décrivez en quoi la chimie organique n'a pas assez de réflexion et de calcul, ce qui vous a fait erreur de cette matière.

5 E : En fait cette année, quand j'ai fait le questionnaire, j'avais pas encore bien connu la chimie organique. Cette année je la connais un peu mieux. J'ai quand même à peu près le sentiment que c'est quand même beaucoup de mémorisation, c'est-à-dire que le mécanisme n'était pas forcément logique, il y a beaucoup de cas particuliers. Ce qui fait qu'en fait, il faut connaître par cœur chaque cas particulier parce qu'il y a pas forcément un raisonnement derrière. Il y a un gros raisonnement et pas assez de calculs. On fait aucun calcul en chimie organique, en tout cas à mon niveau qui est deuxième année de licence, on fait aucun calcul. Moi, j'aime bien les mathématiques en fait, donc euh…

6 I : Et qu'est-ce que vous entendez par les mathématiques « abstraites » ?

7 E : Les mathématiques sont abstraites en fait, c'était juste qu'on peut résoudre une intégrale, par exemple, on peut calculer analytiquement une intégrale et trouver une valeur. Voilà. Bon, c'est très bien, on a résolu notre intégrale, mais ça va pas plus loin en fait. Alors que la physique, je trouvais justement qu'il y avait quelque chose de beaucoup plus profond derrière puisque la résolution d'une intégrale, ça nous permettait de calculer un volume ou quelque chose en fait qui servait concrètement.

8 I : Alors, en quoi les mathématiques sont « abstraites » ?

9 E : Justement c'est dans ce sens-là, c'est-à-dire que c'est abstrait dans le sens où il y a rien de concret derrière, j'ai l'impression. Enfin, pareil, encore une fois c'est par rapport à notre niveau, je trouvais que les mathématiques, on trouvait un résultat numérique, mais il y avait pas d'exploitation derrière en fait. On peut faire, je sais pas, 2+2=4, voilà, mais on s'arrête là. Alors qu'en physique en fait, le 2 et le 2 vont correspondre à quelque chose et la somme de ces 2 chiffres en fait va correspondre à quelque chose qui va représenter la nature, par exemple. Alors que les

mathématiques pas forcément. J'avais l'impression que c'était juste faire des calculs pour faire des calculs.

10 I : Qu'est-ce que vous entendez par faire des « calculs » ? C'est par rapport à la à quoi, de… c'est quoi ?

11 E : En fait, c'est vraiment… enfin, c'est ce qu'on fait en physique. C'est-à-dire par exemple, voilà, on diagonalisait… je vais trouver un autre exemple peut-être un peu plus concret. Par exemple, en mécanique quantique, on diagonalise les matrices pour pouvoir calculer les valeurs propres. En mathématiques, on le fait, c'est très bien, mais ça nous donne rien. Enfin, on donne les valeurs propres et on a résolu le système. La physique, elle va dire oui bah on fait exactement la même chose qu'en mathématiques, sauf que ces valeurs propres, elles vont pouvoir être assimilées à l'énergie des électrons dans l'atome. Là, il y a tout de suite quelque chose de plus concret en fait. C'est pas juste faire une diagonalisation d'une matrice juste pour diagonaliser une matrice en fait. Il y a un but derrière et c'est en ça en fait que je trouvais les… le domaine des mathématiques nous enseignait un peu trop abstrait puisque justement il y avait pas cette interprétation derrière qui servait à quelque chose. Mais en soi, on les utilise énormément en physique les mathématiques, mais euh… mais dans les cours de mathématiques qu'on avait il y avait justement que ce […] où juste on faisait des calculs pour faire des calculs, pour savoir résoudre des problèmes. Je sais pas si ça…

12 I : D'accord. Et dans quel contexte scolaire et hors scolaire les mathématiques sont abstraites ?

13 E : Dans quel contexte scolaire et hors scolaire… bah je pense que… scolairement c'est très abstrait en fait. Hors scolaire, ça je connais pas trop parce que je pense que… justement dans le domaine de la recherche, ils font des choses un peu plus concrètes, je pense. Ils doivent avoir quelque chose de plus concret, enfin j'espère pour eux. Mais euh… mais scolairement ouais, ce qu'on a fait c'était vraiment que des calculs. Moi, j'ai l'impression que c'était assez…

14 I : D'accord. Et qu'est-ce que vous entendez par « vos professeurs étaient plus intéressants en géologie au lycée » ?

15 E : J'avais un prof avec qui ça se passait pas très très bien du tout en fait, et qui était très ancienne école. Et donc, on écrivait nos bilans en rouge, enfin c'était très strict et c'était vraiment pas très intéressant. Je pense qu'il était un peu perdu dans son enseignement et euh… moi j'écoutais pas beaucoup en cours et en plus, lui me passionnait pas du tout en fait. Donc euh… donc c'est vraiment le professeur qui a fait que en soi j'aimais pas la matière. Peut-être que je l'aurais pas aimée indépendamment de ce professeur, mais je sais pas, la géologie, ouais, ça me plaisait pas du tout. Et puis, en fait on devait observer toujours des choses au microscope et j'observais jamais rien de ce que je devais observer en fait, et ça m'a pas plu en fait.

16 I : Et selon vous, l'étude de roche, vous avez jamais « intéressé ». Pourquoi ?

17 E : Exactement pareil. Les études de cailloux, ça m'a… j'ai jamais trouvé ça très intéressant. Peut-être que maintenant je trouverai ça un peu plus intéressant parce que l'étude, la formation des roches et de savoir comment est-ce que la terre s'est formée, oui c'est peut-être un peu plus intéressant maintenant. Mais à l'époque en tout cas, je trouvais ça pas du tout intéressant. Et justement toujours à cause de ces travaux pratiques où j'observais jamais ce qu'il fallait observer, j'arrivais jamais à voir ce qu'il fallait. Et ça m'a découragé complètement.

18 I : Votre intérêt est fort pour la chimie analytique parce que « vous aimez bien les calculs ». Ma question, qu'est-ce que vous entendez par bien aimer les calculs ?

19 E : C'est quelque chose, c'est pareil ça va être un peu difficile à répondre parce que c'est un sentiment, mais je trouve un certain plaisir en fait à trouver des équations, à résoudre des équations, à

écrire différents calculs et à essayer de le résoudre en fait. Ça me plaît de… dans ma tête de faire un peu des mathématiques dans ma tête, et de les écrire sur papier, je trouve ça intéressant en fait.

20 I : D'accord. Vous avez une licence en physique et un master 2 en physique théorique. Est-ce que votre intérêt à la physique vous a guidé à choisir ces formations en physique ?

21 E : Oui.

22 I : Si oui, décrivez en quoi et comment ?

23 E : Comme je l'avais noté en fait, voilà, l'étude de la formation de l'univers, ça m'a passionné euh… dès les premières années de licence, dès ma première année de licence. Et je savais que c'est ça qui m'intéressait, je voulais aller voir ce que c'était voilà. Je voulais comprendre encore plus ce que c'était, donc j'ai tout fait pour justement aller dans un domaine de physique théorique où je pouvais faire de la cosmologie, où je pouvais faire de la mécanique quantique, des choses comme ça. Et de plus, je voulais faire enseignant chercheur en fait, quand j'étais en licence un maître de conf, et euh… donc voilà, c'était la voie qu'il fallait que je suive donc, faire une licence, faire une maîtrise et puis faire un master et ensuite une thèse. Donc, oui, c'est vraiment ça qui a guidé mon parcours de physicien, c'est vraiment la passion pour la physique théorique en général, oui, que j'avais dès ma première année de licence.

24 I : Maintenant la deuxième partie. D'après vous, c'est quoi la chimie ? Quelle est votre représentation de la chimie ? Quel est l'objet de l'étude de la chimie ? Comment situez-vous la chimie dans l'échelle microscopique-macroscopique et dans le concret-l'abstrait ?

25 E : D'accord. Alors, tu peux relire la première question ?

26 **I** : Oui. D'après vous, c'est quoi la chimie ?

27 E : Euh… la chimie, ça va être pour moi… bah l'étude des transformations de la matière, mais euh… à un niveau plus que microscopique en fait, à l'échelle moléculaire quoi. Voilà. C'est des molécules qui vont se rencontrer et puis qui vont faire certaines interactions et euh… que l'on peut décrire, je pense, d'une manière assez globale sans rentrer dans les propriétés vraiment très microscopiques, enfin nanoscopiques de la matière en fait. Donc, c'est l'étude des transformations à l'échelle moléculaire, je dirais ça.

28 I : Quel est l'objet de l'étude de la chimie ?

29 E : L'objet de l'étude de la chimie… bah ouais, c'est ça, les transformations de la matière. Étudier justement les différentes transformations de la matière.

30 I : Et comment situez-vous la chimie dans l'échelle microscopique-macroscopique, dans le concret et l'abstrait ?

31 E : Donc là, ouais entre… ce serait plus du microscopique, mais euh… avec… c'est de l'échelle microscopique à macroscopique en fait, alors que le physique, je pense qu'il y a toute une partie de la physique qui est située en dessous du microscopique et dans l'infiniment petit. Mais la chimie, c'est plus entre le microscopique et le macroscopique, je dirais pas soit l'un, soit l'autre, mais je dirais entre les deux en fait. Tout dépend de ce qu'on cherche à étudier. Et dans le concret ou l'abstrait, ouais je pense que la chimie, c'est une science qui est quand même beaucoup plus concrète puisque, voilà, c'est des réactions qu'on peut même observer à l'œil nu pour la plupart et euh… rien que déjà ça, c'est quelque chose de concret. Et puis, il y a plein de réactions chimiques qui se font autour de nous, au niveau de la cuisine, au niveau de plein d'autres choses. Donc, je trouvais que c'était beaucoup plus concret parce qu'il y a une application à la vie courante.

32 I : Et d'après vous, c'est quoi la physique ? La représentation de la physique, l'objet de l'étude de la physique ? Et comment situez-vous la physique dans l'échelle microscopique-macroscopique et dans le concret et l'abstrait ?

33 E : Je vais répondre à toutes les questions d'un coup, je pense, je vais essayer. Donc, la physique, c'est vraiment pour moi la description mathématique de l'univers en fait. C'est l'interprétation mathématique des lois de l'univers, comment est-ce que ça fonctionne en fait. On observe des phénomènes et on arrive à les paramétrer avec les mathématiques et en déduire certaines lois et prédire certains phénomènes. Alors, en ça je trouve ça vraiment concret, vraiment très concret pour la plupart des théories qu'on voit au niveau de la licence, la mécanique newtonienne ou des choses comme ça. Après, la mécanique quantique, bon ça devient un peu moins concret puisque justement c'est pas des choses qu'on peut observer directement. On peut observer certaines conséquences, mais bon ça devient un peu plus abstrait, mais… en fait ouais, c'est abstrait, je pense, mais on fait quand même des observations qui nous confirment ce qu'on a prédit théoriquement. Et donc, ça rentre quand même un peu dans le concret. Euh… après au niveau macroscopique, microscopique, bah euh… mon… c'est pareil, ça englobe un peu ces deux domaines, voire même jusqu'à l'échelle submicroscopique en fait, puisque la mécanique quantique, ça s'intéresse au déplacement des particules à une échelle de la taille en dessous du microscopique. Donc euh… tout dépend de ce qu'on étudie, mais… c'est pareil, c'est sûrement… on serait dans les deux domaines. Donc, ouais la physique c'est vraiment l'étude des lois de l'univers.

34 I : Et c'est quoi une science expérimentale concrète ? Et c'est quoi une science rigoureuse abstraite ?

35 E : Euh… je vois pas… rigoureuse en fait… abstraite… euh… je saurais pas répondre à cette question. Juste science expérimentale concrète, c'est vraiment… on fait des manipulations, on essaie de retrouver, soit on essaie de retrouver une loi que l'on a prédit et puis on essaie de vérifier justement cette loi, que ça fonctionne bien, soit justement on essaie par l'expérience de trouver une nouvelle loi entre différents paramètres, enfin l'évolution de différents paramètres entre eux. Donc euh… c'est vraiment en fait par des mesures précises et voilà… qu'on peut exploiter. Après, une science rigoureuse abstraite, je saurais pas ce que c'est.

36 I : Décrivez votre maîtrise relative des contenus.

37 E : Pardon ?

38 **I** : En fait, il y a une question… euh… en fait, ma question euh… c'est… est-ce qu'il y a un lien entre votre intérêt et votre maîtrise des contenus ?

39 E : Oui, bien sûr. Ce qui m'a toujours… l'intérêt que j'ai eu, ça m'a permis d'augmenter ma motivation au travail pour une certaine matière. Donc, plus j'étais motivé, plus je travaillais en fait. J'ai énormément travaillé la physique parce que ça m'intéressait énormément.

40 **I** : Et BAC +1… vous avez jusqu'à BAC + 3... et en première S, vous avez l'intérêt ou la maîtrise beaucoup plus pour la chimie par rapport à la physique ?

41 E : Oui, bah en fait, c'était un peu difficile de répondre à ces questions et je pense que j'ai mis la chimie parce qu'il me semble avoir eu des notes pas trop mauvaises en chimie à cette époque-là. Mais euh… l'intérêt que j'avais pour cette matière, enfin j'avais déjà pas énormément d'intérêt pour les cours en général, mais je sais que c'était dans tous les cours que j'avais, la physique, la chimie, les mathématiques j'aimais bien. Mais j'avais pas un gros intérêt pour tout, donc c'est un peu difficile… c'est pour ça que j'ai mis zéro parce que j'avais plus trop d'idée de ce qui m'intéressait et de la maîtrise que j'avais. Mais je pense avoir mieux compris par exemple en première S certaines notions qu'en physique. Voilà pourquoi j'avais répondu ça. Et c'est après en fait, comme je travaillais pas beaucoup au niveau du lycée et du collège, j'avais beaucoup de maîtrise en fait. Par contre, au

niveau… quand je suis rentré à l'université, c'est là où j'ai commencé vraiment à travailler et à m'investir, donc c'est là où j'ai augmenté la maîtrise de certaines différentes matières.

42 I : D'accord. Et une question concernant les ressources, vous avez écrit des ressources en chimie et en physique qui sont les plus importantes. Ma question, décrivez en quoi ces ressources peuvent fonder votre intérêt pour la chimie ou pour la physique ?

43 E : Euh… l'intérêt, je sais pas en fait. Moi, j'avais pas compris la question de cette manière-là. Je sais pas si c'était… mais l'intérêt… en fait l'intérêt, il va juste venir de la compréhension que j'ai aussi de la chimie en fait. Moi, j'avais aucune compréhension de la chimie. Donc, le fait de… j'avais pas de cours et le fait de lire des livres m'a permis de comprendre pas mal de notions et donc de trouver un peu d'intérêt pour cette matière-là. Et en physique, plein de documentaires en fait, ça permettait d'entrevoir par exemple, les documentaires que j'ai vu, c'était sur la mécanique quantique, sur la relativité d'EINSTEIN, c'est des choses qui m'intéressaient pareil énormément, en fait qui me passionnaient. Et donc, ça me donnait envie d'aller voir dans certains livres ou dans des cours ces notions-là. Donc, voilà, je sais pas si ça répond à la question.

44 I : Est-ce que vous avez déjà enseigné en classe la chimie ?

45 E : Non.

46 **I** : Vous avez pas fait un stage ?

47 E : Non, j'en ai pas fait cette année.

48 **I** : D'accord.

49 E : J'ai fait du tutorat un peu, mais juste… du tutorat c'était avec une personne et puis donner des cours particuliers, mais j'ai pas enseigné dans une classe de physique ou de chimie.

50 **I** : Vous avez donné un cours en quoi ?

51 E : C'était des mathématiques au lycée, et puis sinon j'aidais à l'université en tutorat de la physique, en première année de licence.

52 I : Et vous pouvez me décrire comment vous avez préparé ce cours-là ?

53 E : Bah pour le tutorat, j'avais rien à préparer puisque c'était juste les élèves qui venaient nous poser des questions. Donc, on savait pas ce qu'ils allaient nous demander, c'était juste les aider à faire des corrections d'exercices. J'essayais vraiment de les laisser chercher tous seuls, de leur donner quelques pistes quand même pour démarrer, qu'ils se confrontent à qu'est-ce que je sais pas, les aider un petit peu et puis après les laisser encore chercher. C'était dans cette optique-là que je faisais. Et au niveau des mathématiques, j'avais enseigné… c'était…

54 I : La physique, vous avez enseigné la physique ?

55 E : Là, c'était juste du tutorat en fait. Donc, juste un élève qui venait poser une ou deux questions comme ça.

56 **I** : Merci beaucoup.

Annexe 6.3. Transcription de l'entretien avec pc6 (étudiant en master se destinant à l'enseignement)

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est effectivement moi – Mohammad Dames ALTURKMANI), E désigne l'étudiant. Dans cet entretien, j'ai contacté cet étudiant par téléphone.

0 I : Bonjour, l'entretien comporte 2 parties. La première partie concerne vos réponses et la deuxième partie, ce sont des questions complémentaires à notre questionnaire. Merci bien de relire rapidement vos réponses concernant les questions 4,…

1 E : Donc, c'est ça que vous voulez ou c'est euh… ?

2 I : si vous pouvez lire vos réponses qui concernent la troisième question euh… la quatrième question, 4.1, 4.3 euh… et la cinquième question et la sixième question.

3 E : D'accord.

4 I : Je vous laisse 2 ou 3 minutes pour relire vos réponses rapidement.

5 E : D'accord. Alors… Donc, la première question, la question 4.1, là c'était sur à quel moment on avait constitué plutôt la dominante physique ou la dominante chimie ?

6 I : C'est ça.

7 E : Donc, j'avais écrit que la préférence, elle avait été constituée après la terminale, puisque je suis allé en faculté de sciences dominante physique.

8 I : D'accord, oui.

9 E : Et… et j'avais moins préféré la chimie parce que je trouvais que c'était beaucoup moins concret.

10 I : D'accord. Alors… moi, je préfère passer tout de suite à mes questions et… et vous voyez vos réponses au fur et à mesure, d'accord ?

11 E : D'accord.

12 I : Ma première question euh… alors je vous rappelle que l'entretien comporte deux parties. La première partie concerne vos réponses et la deuxième partie, ce sont des questions complémentaires à notre questionnaire.

13 E : D'accord.

14 I : La première partie… ma première question, vous avez marqué que vous avez un master, que vous avez fait un master, mais sans préciser. Vous pouvez préciser quel master vous avez fait ?

15 E : Oui, c'est le master enseignement de la physique, chimie.

16 I : D'accord. Après, dans la troisième question du questionnaire, il y a l'intérêt pour les mathématiques, vous avez écrit euh… que les mathématiques sont intéressantes, les mathématiques servent dans la vie quotidienne. Ma question, en quoi les mathématiques sont intéressantes et en quoi servent-elles dans la vie quotidienne ?

17 E : Et bien, je trouve qu'elles sont intéressantes dans le sens où on a vraiment une certaine logique dans les euh… une certaine logique dans le calcul et elles servent dans la vie quotidienne parce que je pense qu'il est essentiel de montrer aux élèves que les mathématiques sont partout, et c'est un petit peu à partir d'elles euh… que tout est régi, à partir des calculs, ne serait-ce que pour aller acheter du pain, on se sert des mathématiques. Donc, c'était vraiment dans ce sens-là, de voir que oui il faut vraiment continuer l'enseignement des mathématiques puisque c'est vraiment très utile.

18 I : D'accord. Euh… après euh… dans l'intérêt pour la chimie euh… vous avez marqué que la chimie à l'université est trop calculatoire. Euh… décrivez en quoi la chimie est trop calculatoire à l'université.
19 E : Je trouve que… pardon.

20 I : Et qu'est-ce que vous entendez par calculatoire ?

21 E : Alors euh… ce qui est assez… ce que je trouve assez calculatoire, c'est parce que je trouve qu'à l'université on fait pas assez, en tout cas dans la filière où j'étais, on ne fait pas assez de travaux pratiques et on est plus vraiment dans de la démonstration de formules dans euh… l'étude des potentielles, etc. Et du coup, je trouve que ça manque un petit peu trop d'épreuves pratiques pour pouvoir vraiment se rendre compte des différents phénomènes. Je trouve que ça reste trop euh… une matière qui est réalisée sur une feuille. Voilà, entre guillemets.

22 I : Si je reprends cette phrase calculatoire euh… vous dites que la chimie est trop calculatoire à l'université, mais pouvons-nous considérer que c'est la même chose en physique ?

23 E : Oui, pareil. Je trouve… enfin euh… c'est vrai que la physique est également calculatoire euh… mais je trouvais qu'on faisait des applications un peu plus euh… je vous avais marqué là sur l'univers, comment l'univers fonctionnait, etc., je trouvais qu'on arrivait plus à se rapporter à des phénomènes de la vie quotidienne.

24 I : Alors, d'après vous c'est quoi la différence entre « calculatoire » en chimie et en physique ?

25 E : Bah ça reste la même chose, si vous voulez, mais c'est… par exemple si on reprend la notion de potentiel, bah c'est vrai que je trouve que le potentiel en chimie, on a du mal à se rendre compte de ce que c'est dans la vie quotidienne. Contrairement à si on étudie ne serait-ce que la force gravitationnelle en physique, et bien je trouve qu'on s'intéresse, enfin je trouve qu'on se rend beaucoup plus compte par le biais du calcul que c'est une force qui s'exerce à distance, etc. Je trouve que c'est vraiment euh… plus concret quoi. Je sais pas, j'arrive pas trop, c'est vrai que c'est un peu difficile à définir donc…

26 I : Qu'est-ce que vous entendez par concret ?

27 E : Bah ce que j'entends par concret, c'est que vraiment ça traite de la vie quotidienne, c'est euh… si on étudie le poids, et bien oui euh… c'est la force qui s'exerce entre 2 objets. Donc, c'est euh… c'est la vie quotidienne quoi. Alors que je trouve que la chimie, c'est peut-être moins la vie quotidienne dans la manière où on le voit à l'université. Je trouve que ça a moins attrait à la vie quotidienne.

28 I : Vous parlez de la chimie à l'université ou de quelle chimie exactement ?

29 E : La chimie à l'université. Parce que c'est vrai qu'après la chimie qui est enseignée au collège et lycée, c'est tout à fait intéressant lorsqu'on étudie les thèmes sur l'eau ou euh… tout autre thème, oui, là c'est vrai qu'on parle de la vie quotidienne. Alors, que je trouve qu'à l'université, on rentre dans la profondeur des choses et je trouve qu'on s'écarte un petit peu du côté attractif que pourrait être cette matière.

30 I : D'accord, oui. Ma troisième question euh… en fait, dans… toujours dans la troisième question du questionnaire, votre intérêt pour la physique. Vous posez des questions pour justifier l'intérêt fort au collège, au lycée et à l'université. Ma question, qu'est-ce que vous entendez par ces questions, « comment l'univers fonctionne » ?

31 E : Je trouve que les élèves, souvent ils sont quand même assez férus d'astronomie et je trouve que c'est ça qui va les intéresser dans la physique, de voir un petit peu comment sont réparties les

planètes, de voir qu'on est dans le référentiel héliocentrique, que tout est centré par rapport au soleil, de voir comment a été réalisée cette construction, donc par le biais de l'histoire des sciences. Et je trouve vraiment intéressant euh… le fait de pouvoir donner ces réponses, ces éléments de réponses aux élèves. Donc, c'est pour ça que j'avais marqué quelles sont les lois qui régissent le mouvement, c'est-à-dire pourquoi les planètes tournent-elles de cette manière, etc. Et ça, je trouve qu'on leur apporte vraiment au collège et au lycée, ces réponses.

32 I : Et par rapport à la chimie euh…

33 E : Les élèves sont moins demandeurs de questions, je trouve en chimie. Et puis, je pense qu'ils ont vraiment l'impression que c'est pas euh… ils ont du mal à se représenter ces notions, les notions de chimie qu'on voit, la notion de Ph, ils ont du mal à se la représenter, etc.

34 I : D'accord. Après, il y a l'intérêt relatif pour la physique et la chimie. Euh… en fait euh… vous justifier votre intérêt relatif pour la physique par rapport à la chimie en disant « c'est donc la physique que je préfère, la chimie est très intéressante également, mais beaucoup moins concrète ». C'est votre réponse à la question 4.1.

35 E : Oui.

36 I : Là, ma question, qu'est-ce que vous entendez par la chimie est moins concrète et en quoi est-elle moins concrète ?

37 E : Elle est moins euh… c'est vrai que… là je vais peut-être un petit peu me répéter, mais c'est vrai que je trouve que par rapport à la physique, et bien euh… on a du mal à se représenter les concepts dans la vie quotidienne, c'est un peu ça que je voulais entendre par là en fait. C'est vrai que quand on enseigne les ions par exemple aux élèves, ils ont du mal à se rendre compte que dans une solution, il y a présence d'ions et que cette solution est neutre parce qu'il y a équilibre des charges. Je trouve que c'est assez euh… c'est assez abstrait finalement, c'est pas euh… comme la physique où je vous dis, où on parle de champs magnétiques. Voilà, ils se rendent compte… je trouve qu'ils se rendent plus compte par le biais des travaux euh… des parties expérimentales. Je trouve qu'ils se rendent plus compte des concepts de physique plutôt que de chimie qui sont souvent pas à notre échelle. L'échelle atomique ou…

38 I : D'accord. Après, il y a la question 4.3 euh… c'est l'effet de votre intérêt sur l'enseignement euh… En fait, ma question, en quoi « votre intérêt pour la physique aura un impact notable sur l'enseignement de la physique et sur celui de la chimie » ?

39 E : Bah je pense que ça aura un effet parce que bon déjà c'est vrai que maintenant j'ai un peu changé mon point de vue en enseignant, mais euh… enfin je trouve que le fait d'avoir eu un enseignement euh… à l'université de par ma formation plus dans le domaine physique, et bien je trouve que j'ai peut-être plus de connaissances en physique. Et donc du coup je suis peut-être plus attiré par ce domaine. Et je pense que mon enseignement est peut-être plus tourné vers la notion de physique que de chimie. Je vais peut-être plus m'attarder sur des chapitres de physique parce que j'aurais peut-être plus de choses à dire que sur un chapitre de chimie où je serais peut-être moins à l'aise parce que j'ai moins de connaissances de par la formation.

40 I : D'accord. Et vous avez dit que vous avez changé euh maintenant votre opinion sur l'enseignement de la physique et de la chimie,… par rapport à votre intérêt.

41 E : Oui, je trouve parce que maintenant j'ai une classe de seconde et je me rends compte que la chimie, elle est importante et c'est pas inintéressant d'expliquer la chimie. Peut-être que le fait de préparer les cours, ça m'a appris de nouvelles notions en chimie ou en tout cas ça en a conforté certaines et qui me montrent en fait que c'est pas euh… inintéressant la chimie à expliquer. Donc,

finalement maintenant quand j'explique de la physique ou de la chimie, c'est à peu près équivalent. Donc, je pense qu'il me fallait ce palier en fait d'enseigner pour me rendre compte de ça.

42 I : Alors euh… en quoi vous avez trouvé la chimie importante ?

43 E : En quoi je l'ai trouvé importante, parce que bon… notamment dans le programme de seconde parce que c'est très tourné vers le médical. Donc, synthèse de l'aspirine, etc., les synthèses, les choses comme ça et c'est vrai que ça intéresse les élèves. Les élèves sont vraiment captivés par le fait de fabriquer eux-mêmes leurs médicaments, de fabriquer leurs savons euh… Et du coup, c'est vraiment… c'est très intéressant à expliquer.

44 I : D'accord.

45 E : C'est ça qui m'a fait un petit peu changer la balance. J'avais mis davantage de poids sur la physique, bah maintenant je trouve que ça a tendance à plus s'équilibrer, après avoir enseigné en fait.

46 I : D'accord, oui. Euh… Après, il y a les sous-disciplines de la physique et de la chimie. Euh… la question 5 euh… dans le questionnaire. Euh… en fait, vous avez écrit « les domaines de la chimie sont difficiles à cerner ». Décrivez en quoi les domaines de la chimie sont difficiles à cerner.

47 E : Bah ils sont difficiles à cerner parce que j'ai l'impression que c'est un petit peu lié en fait. C'est un ensemble, je dirais que la chimie, c'est vrai que ça fait un gros module, ça ressemble à un ensemble de connaissances et c'est vrai que tout est lié. Si on étudie un petit peu la chimie analytique ou la chimie inorganique on va retrouver par exemple les réactions d'oxydoréduction dans les 2 ou voire dans la chimie générale. En fait, j'ai l'impression que ça se recoupe, un peu tout, donc tout décomposer en tant de domaines, bon euh… mise à part la chimie organique qui est quand même un petit peu à part, et la chimie physique où on traite de la thermodynamique, bon je trouve que c'est un petit peu tout lié si on veut en aller là, dans la chimie analytique euh… on va parler par exemple des courbes d'intensité potentielle alors qu'on pourrait très bien en parler également dans la chimie physique. J'ai l'impression que c'était plusieurs domaines qui pouvaient être mis ensemble.

48 I : D'accord. Pourquoi vous avez mis, pour la chimie organique euh… l'intérêt faible ?

49 E : Alors, j'ai marqué intérêt faible parce que euh… bon c'était… maintenant avec du recul, c'est un peu différent euh… La chimie organique en fait, jusqu'à l'an dernier, j'en avais jamais fait, j'en avais très peu fait, on va dire. Et euh… j'ai appris à découvrir l'an dernier, donc c'est vrai que par rapport à la date du questionnaire euh… j'étais encore pas vraiment à l'aise avec les concepts. Et là, maintenant j'ai quand même appris à être de plus en plus à l'aise avec les concepts, et donc du coup, maintenant je commence à avoir un certain intérêt pour cette partie. On peut dire que je peux modifier un petit peu ma position sur certains points. Là, maintenant oui la chimie organique euh… je peux considérer, enfin je considère que c'est vraiment intéressant et ça peut devenir passionnant euh… vraiment.

50 I : D'accord. Après pour les sous-disciplines de la physique, vous avez en fait comparé entre euh…vibration-ondes euh… et l'optique. Euh… ma question euh… sur quels critères avez-vous comparé ces deux sous-disciplines de la physique ?

51 E : Alors, les deux disciplines, vous m'avez dit, c'est l'optique et ?

52 I : La vibration-ondes et l'optique. En fait, dans votre réponse euh… vous avez écrit « le domaine qui m'intéresse de plus est vibration-ondes car je trouve intéressant le fait de fournir, d'écrire les mots, etc. après le domaine que je trouve le moins passionnant est l'optique, puisque la modélisation est très spéciale et les séries de calculs ».

53 E : D'accord, je viens de retrouver, pardon, la page. Euh… oui, c'est vrai que je trouve ça vraiment euh… intéressant de pouvoir décrire une vibration, de décrire une onde alors que généralement les ondes, on ne les voit pas, les ondes sonores ou les ondes ultrasonores surtout. Et donc, je trouvais ça euh… intéressant d'utiliser des concepts mathématiques ou autres qui permettent de décrire ces phénomènes. Alors, évidemment pour l'optique c'est un peu la même chose, mais je trouve que l'optique on a une modélisation que je marquais qui était relativement spéciale parce qu'on rentrait dans des détails de calculs sur les lentilles par rapport au foyer, par rapport à ceci ou est-ce que se forment les images, qui étaient euh… difficilement perceptible comme notion, je trouvais. Euh… c'était compliqué euh… comme notion, euh… c'est compliqué à se représenter on va dire. Alors, après les ondes c'est un petit peu pareil, c'est vrai que les ondes c'est un peu difficile à se représenter les concepts. Mais je trouvais ça beaucoup plus attractif que l'optique d'arriver à modéliser ce qui va se passer à l'intérieur d'un microscope. Bon euh… voilà, je sais pas. C'était un peu…

54 I : Il y a la question qui concerne les ressources, c'est la question 6 euh… En fait, vous avez marqué qu'il y a des ressources euh… en chimie qui peuvent fonder votre intérêt pour la chimie, ce sont certains sites et les ouvrages. Après, il y a des ressources qui peuvent fonder votre intérêt pour la physique étudiée dans les livres ou à partir des ouvrages et parfois intéressants que les cours. Est-ce que vous pouvez citer quelques exemples sur les sites et les livres ?

55 E : Alors bon, quand j'étais plus jeune, je lisais des Sciences et vies junior et Sciences et vie. Après, je trouve que là… même certains sites, je les trouve interactifs de par le fait qu'ils soient interactifs et avec des animations, lorsque qu'elles sont bien choisies, je trouve qu'ils permettent de représenter des concepts et des mécanismes dans la tête des élèves, ou même dans notre tête, qui est parfois beaucoup plus intéressante qu'un cours qui est écrit par un prof. Euh… c'est un petit peu mon avis, donc euh… tous les sites académiques euh…[Eduscol 00 :17 :48] sont vraiment intéressants euh… les sites aussi personnels de certains profs de physique qui sont mis en ligne. Et ce que j'ai découvert cette année en enseignant, c'était les BUP, le Bulletin de l'union des physiciens et qui est vraiment intéressant parce que ça remet au point sur certaines notions et ça donne des pistes sur l'enseignement. Et je trouve ça intéressant.

56 I : Est-ce que vous voyez des distinctions euh… par rapport à la physique et à la chimie ? C'est-à-dire est-ce qu'il y a des sites spécifiques pour la physique et des sites spécifiques pour la chimie ?

57 E : Alors, en ce qui concerne les sites, que ce soit les sites académiques ou autres, non, je trouve qu'il y a pas de distinction. Euh… parce que moi, je trouve ça très intéressant de pouvoir simuler un dosage à la maison. Euh… c'est vrai que sur un ordinateur, c'est vraiment intéressant de voir qu'à la goutte près on a modification de la couleur si on a un dosage colorimétrique, c'est vraiment intéressant. Euh… après, pour la physique pareil, donc c'est vrai que là je dirais que par rapport aux sites, il n'y a pas vraiment de différences. Les Sciences et vie, enfin ou les autres ouvrages, bon ça dépend, mais en général c'est plutôt bien fait, que ce soit pour la physique ou pour la chimie. Donc là, je mettrais pas d'intérêt plus pour une matière que pour une autre, par rapport aux sites ou aux ouvrages.

58 I : D'accord. Par rapport aux ressources que vous avez citées dans le questionnaire, comment ces ressources ont-elles fondé votre intérêt pour la physique et pour la chimie ?

59 E : Bah ce qui a fondé, je pense c'est plus euh… c'est plus avec l'ouverture du numérique, c'est plus les sites en fait. Parce que le fait d'avoir des sites interactifs, ça ne peut que plaire, le fait d'arriver soi-même à modifier sur un site les paramètres, ça peut être vraiment… c'est vraiment intéressant et ça permet de comprendre certaines notions, les notions de concentration, les notions euh… en chimie de quantité de matière, c'est vraiment euh… très intéressant de pouvoir les comprendre chez soi, tranquillement sur un site. Donc, c'est vrai on peut conseiller aux élèves des sites, d'aller sur les sites

en les ayant pistés au préalable. Et c'est vrai que… ça remplace pas la manipulation expérimentale, loin de là, parce que je pense que c'est obligatoire de euh… de manipuler vraiment concrètement, mais les sites permettent quand même de substituer certaines manipulations et ça permet vraiment la compréhension par les élèves. Le fait également de réaliser des questionnaires à choix multiples, donc des QCM corrigés de façon interactive, donc corrigés immédiatement, donc on peut tout de suite reproposer une autre réponse, etc., jusqu'à trouver la bonne réponse. Et ben là, ça peut faire progresser les élèves d'une façon prodigieuse.

60 I : D'accord. Ma dernière question dans la première partie. Vous avez la licence en physique. Est-ce que votre intérêt pour la physique vous a-t-il guidé à choisir cette formation ?

61 E : Au départ, oui. J'avais plus un intérêt pour la physique, même si dans ma licence de physique c'était quand même euh… ça s'appelait Sciences-physiques, donc j'ai fait un petit peu d'oxydoréduction, un petit peu de chimie analytique, il y avait juste la chimie organique que j'avais pas fait. Et euh… et c'est vrai que j'étais plus attiré vers la physique, vers les phénomènes physiques qui nous entourent. Euh… et je vous dis après, en rentrant en master dans l'enseignement, en voyant les matières donc qui étaient à réaliser pour le CAPES, et bien euh… on se rend compte que bah finalement non la chimie c'est euh… tout aussi intéressant. Donc, c'est vrai que… je vais dire oui vraiment par rapport à l'an dernier, j'ai un petit peu changé ma position.

62 I : D'accord, oui. La deuxième partie euh… ma première question. D'après vous, c'est quoi la chimie ?

63 E : La chimie euh… c'est la science, moi je dirais que c'est la science de la transformation de la matière.

64 I : Alors c'est ça votre représentation de la chimie. Quel est l'objet de l'étude de la chimie ?

65 E : Euh… étudier des concepts de… nous environnant, donc euh… savoir de quoi est constitué une solution, de… d'apprendre plus sur ce qui nous entoure, comment c'est constitué. Ne serait-ce que là le téléphone avec lequel on se parle, et bien ce sont des polymères. Donc, c'est vrai qu'après finalement la chimie est aussi partout, donc euh… les objectifs d'enseigner c'est vraiment de montrer aux élèves que tout ce qui est créé par la main de l'homme a un sens et part de concepts bien précis.

66 I : Comment situez-vous la chimie dans l'échelle microscopique-macroscopique et dans le concret-l'abstrait ?

67 E : Comment je situerais la chimie…

68 I: Dans l'échelle microscopique-macroscopique et dans le concret-l'abstrait ?

69 E : Alors, à l'échelle macroscopique, moi je dirais c'est euh… c'est tout ce qui est visible, donc euh… au niveau chimie… bah je sais pas, la formation de précipités euh… tout ce qui pourrait être visible donc attractif pour un élève. Ce qui serait microscopique, bah ce serait forcément tout ce qu'on ne voit pas euh… donc tout ce qui serait, même si les échelles sont pas respectées, mais euh… une solution ionique, bon bah la présence d'ions, même si évidemment un ion n'est pas à l'échelle microscopique. Mais tout ce qui ne se voit pas, donc ce qui va se passer au niveau microscopique, donc euh… c'est un peu délicat en fait à définir quand même euh… oui, on va dire oui, tout ce qu'on ne voit pas mais qui pourtant permette d'expliquer des choses qui sont observables au niveau macroscopique. Euh… ensuite au niveau concret, et ben euh… concret c'est par exemple réaliser un dosage colorimétrique, hop on a un changement de couleur à l'apparition d'une goutte. Donc, enfin, au passage d'une goutte de la solution titrante et là on se rend compte, c'est du concret. On se rend compte que là, oui, on a vraiment atteint l'équivalent, c'est visible. Alors, ce qui va être abstrait, je

pense que c'est surtout les concepts de potentiel, de variation de potentiel, pourquoi on a une variation de potentiel, pourquoi euh… pourquoi a-t-on une oxydation toujours à l'anode, pourquoi a-t-on une réduction toujours à la cathode. Je trouve que ça peut être tout ce qui va être, toutes les fioritures qu'on a autour de la chimie qui euh… qui sont… qui peuvent être un petit peu difficiles et puis du coup qui semblent abstraites. Bon, on se demande si vraiment il se passe ça dans une solution par exemple.

70 I : D'accord. D'après vous, c'est quoi la physique ? Quelle est votre représentation de la physique ?

71 E : Euh… étude des lois qui régissent… étude des lois et des concepts ou de principes qui régissent… notre mouvement ou qui régissent même la vie sur terre.

72 I : Et quels sont les objets de l'étude de la physique ?

73 E : Les objets de l'étude de la physique… et bien euh… justement la maîtrise de ces concepts fondamentaux, l'explication des phénomènes de façon scientifique, donc euh… voilà.

74 I : Et comment situez-vous la physique dans l'échelle microscopique, macroscopique et dans le concret et l'abstrait ?

75 E : Euh… la physique dans le niveau microscopique, je dirais que… c'est tout ce qu'on ne voit pas, donc je dirais par exemple les champs euh… tous les champs : vectoriels, le champ électrique, le champ magnétique, ce qui est finalement euh… on voit leurs actions on va dire dans le niveau macroscopique, bah en étudiant par exemple un aimant, mais par contre euh… on n'arrive pas à distinguer euh… les lignes de champ euh… voilà au niveau macroscopique. Euh, je dirais plutôt que la physique au niveau microscopique, bah pareil, elle permet d'expliquer des choses visibles, vraiment visibles au niveau macroscopique. Alors, après dans le concret et dans l'abstrait euh… bon la physique concrète, bah c'est vraiment l'étude des mouvements, l'étude des mouvements des planètes, l'étude des forces, voilà. Après, ce qui pourrait être un peu plus abstrait c'est quand on aborde la relativité restreinte d'Einstein ou d'autres concepts qui sont quand même assez difficiles à comprendre en fait, pour nous comme pour les élèves.

76 I : Et dans le concret et l'abstrait.

77 E : Oui ?

78 I : Euh… comment situez-vous la physique ?

79 E : Bah justement là je disais par rapport à ça euh… voilà c'était vraiment dans l'abstrait, moi je mettrais plutôt tout ce qui est relativité restreinte, tout ce qui n'est pas explicable devant nous finalement, tout ce qui ne peut être explicable que par des expériences de pensée par exemple.

80 I : D'après vous c'est quoi une science expérimentale concrète et c'est quoi une science rigoureuse abstraite ?

81 E : La science rigoureuse abstraite, moi je pense que ce serait… c'est l'étude vraiment théorique des différents concepts, donc en utilisant des formules, mais sans pour autant par le biais de l'ensemble de ces formules euh… se rendre compte concrètement de quoi elles retournent euh… de quoi retourne ce phénomène. Alors, après les sciences expérimentales concrètes, vous m'avez demandé, c'est vraiment étudier des phénomènes. On a vu des phénomènes euh… sur un papier, quelles sont les expériences qu'on peut mettre en évidence pour euh… quelles sont les expériences qu'on peut réaliser pour mettre en évidence tel ou tel phénomène. Donc là, c'est du concret.

82 I : D'accord. Euh… j'ai une question sur votre maîtrise euh… vous avez mis dans le questionnaire que vous maîtrisez beaucoup plus la physique que la chimie. Est-ce qu'il y a des

liens entre votre intérêt et votre maîtrise des contenus ? Euh… est-ce que vous trouvez qu'il y a des liens entre votre intérêt pour la physique et votre maîtrise pour la physique ?

83 E : Oui, c'est sûr. Parce que plus on est intéressé vers un domaine, plus on va aller chercher de connaissances dans ce domaine. Donc pour moi, c'est vraiment lié.

84 I : D'accord. Avez-vous déjà enseigné en classe la physique et la chimie ?

85 E : Oui.

86 I : Vous pouvez nous raconter comment vous avez préparé par exemple un cours en physique et un autre cours en chimie ? Euh… chercher des ressources euh… des ressources utilisées pour préparer chaque cours, des ressources produites pour les élèves, mises en œuvre dans la classe, votre pratique.

87 E : Pour préparer un cours de physique ou de chimie, c'est un petit peu semblable, mais euh… après, bon les ressources, je vais toujours les chercher, que ce soit pour la physique ou la chimie, soit sur des sites Eduscol, soit dans le livre, directement dans le manuel scolaire ou dans d'autres ouvrages euh… Je trouve que le cours, il va se préparer un peu de la même manière, par contre l'épreuve pratique de TP au lycée, ça se prépare quand même pas de la même manière parce qu'en physique euh… comment dire, en physique le matériel c'est pas du tout le même et c'est quand même moins dangereux, je veux dire par rapport à la sécurité que lorsqu'on réalise des expériences de chimie parce qu'évidemment des solutions de chimie peuvent être très vite dangereuses. Donc, du coup je trouve que par rapport, le rapport entre le prof et l'élève dans une épreuve expérimentale de chimie n'est pas le même que dans une épreuve expérimentale de physique. Parce qu'il doit y avoir des normes de sécurité à bien appliquer, faire attention à ce que chaque élève manipule de la façon la plus correcte possible, qu'il n'y a pas de réactions parasites qui peuvent se créer et ainsi engendrer n'importe quel autre problème. Il faut vraiment être bien conscient de ça. Après, évidemment lorsqu'on étudie l'électricité avec les élèves en physique, ça peut être dangereux s'ils ne prennent pas de précaution, mais je trouve quand même moins que dans les expériences de chimie. Donc, pour la préparation je trouve qu'il faut… la préparation des épreuves de chimie, et bien c'est quand même plus de réflexion concernant les règles de sécurité, ainsi que se poser des questions, qu'est-ce que les élèves risquent de faire s'ils mettent trop euh… enfin en excès une espèce, que risquent-ils, se poser les bonnes questions en disant est-ce qu'il peut y avoir des réactions aux parasites, etc. Alors que la physique, beaucoup moins.

88 I : Est-ce que vous pouvez rapidement donner un exemple pour la physique et un exemple pour la chimie ? C'est-à-dire un exemple sur euh… en TP ou en tel concept.

89 E : Un exemple sur un TP, moi je donnerais l'exemple pour la chimie euh… de l'extraction, l'hydrodistillation. C'est quand même… c'est une mise en œuvre, c'est lourd pour les préparateurs pour préparer les montages, et donc les élèves sont intéressés, il y a quand même le risque de brûlure euh… le risque de différentes vapeurs qui peuvent être nocives euh… de plein d'utilisation, de la verrerie qui peut se casser, d'un montage qui peut être beaucoup trop chaud et du coup risque d'explosion. Bon, il y a quand même des choses assez importantes à voir. Donc là, moi je dirais l'hydrodistillation, il faut quand même bien anticiper avant les montages. Ensuite pour la physique euh… bah la physique, je sais pas, lorsqu'on étudie les ondes, bon bah je trouve que le fait d'étudier par exemple les ondes ultrasonores, bon on a juste un émetteur, un récepteur d'ondes ultrasonores et on visualise les courbes sur l'oscilloscope. Donc là, il y… généralement les montages sont faits pour les élèves, donc là, il y a juste de l'étude analytique derrière. Il y a pas vraiment de euh… comment dire, il y a pas vraiment de pratique par les élèves.

90 I : Vous m'avez donné deux exemples pour la physique et pour la chimie. Pour chaque exemple, quelles sont les ressources que vous avez euh… que vous vous appuyez euh… que

vous avez cherché, que vous avez produites aux élèves, par exemple des ressources… le programme officiel, des manuels, des discussions avec des collègues ?

91 E : Pour préparer les cours, que ce soit pour la physique ou la chimie, donc je discute avec mes collègues, je récupère forcément tout de suite le programme des BO pour regarder vraiment si je suis dans les clous euh… voilà. Ensuite, je regarde les matériels disponibles à l'établissement, j'établis la séance et ensuite j'en parle avec des collègues pour savoir si cette séance, elle est bien réalisable dans le temps imparti, si je respecte bien les recommandations du BO, voilà. Et ensuite, je peux me guider pour la réaliser cette séance, sur les sites internet ou directement dans le manuel des élèves puisqu'après tout on leur fait acheter, donc c'est vrai que c'est un peu ridicule de ne pas l'utiliser.

92 I : D'accord, oui. Euh… Ma dernière question… ou 2 questions, il me reste euh… en fait, rapidement, en France, au collège et au lycée, la physique et la chimie sont réunies sur les sciences physiques et chimiques. La géologie et la biologie sont réunies sur les sciences de la vie et de la terre. Dans d'autres pays comme la Chine, la chimie et la physique sont enseignées par des professeurs différents. Vous, personnellement, est-ce que vous êtes d'accord ou pas d'accord pour enseigner une seule discipline ou plusieurs ? Là, j'ai un tableau, malheureusement euh… j'ai pas pu aller à Clermont. J'ai un tableau qui montre les disciplines enseignées, une seule discipline euh… mathématiques, mathématiques, chimie, géologie, biologie. Au collège, au lycée euh… est-ce que vous êtes d'accord ou pas d'accord pour enseigner une seule discipline au collège, au lycée ?

93 E : Non, moi je trouve qu'au collège, surtout au collège, on peut vraiment enseigner la physique et la chimie, ça je trouve que c'est quand même des notions qui sont assez liées. Après, évidemment, d'aller enseigner les mathématiques et l'histoire-géographie c'est un petit peu particulier, mais après je pense que oui, au collège, lycée, on peut enseigner les 2 matières.

94 I : Et là, par exemple, pour enseigner les 2 matières euh… est-ce que vous êtes d'accord pour enseigner mathématiques avec la physique euh… chimie-biologie euh… géologie-physique ?

95 E : Non. Moi, je pense que vraiment par contre il faut laisser le classement tel qu'il est établi physique-chimie ensemble.

96 I : Alors, vous êtes d'accord pour enseigner 2 disciplines comme elles sont maintenant ?

97 E : Comme elles sont maintenant, voilà. Donc, si j'étais prof de SVT, enseigner la géologie, la biologie, je trouve ça normal.

98 I : Et pourquoi ?

99 E : Alors pourquoi, bah parce que déjà, généralement le choix il a pas été fait… il est pas anodin. Euh… on associe la physique avec la chimie puisqu'on a les mêmes concepts, on associe la biologie et la géologie parce que ça porte bien son nom, c'est la science de la vie et de la terre, science de la vie, biologie, science de la terre, géologie. Donc, pour moi c'est un classement qui est tout à fait approprié.

100 I : Et là c'est en France, vous voyez. Et là par exemple pour d'autres pays, il y a pas science de la vie et de la terre, il y a biologie, il y a géologie.

101 E : Non, moi je pense qu'on peut regrouper certaines matières.

102 I : D'accord. Ma dernière question rapidement. Qu'est-ce qu'il vous manque pour faire évoluer votre intérêt pour la discipline qui vous intéresse le moins, c'est-à-dire la chimie ?

103 E : Qu'est-ce qu'il me manque, c'est d'enseigner plus. Parce que je pense que plus je vais enseigner, plus je vais découvrir encore plus cette matière et plus je vais m'y intéresser.

104 I : Alors, ça sera par rapport à votre formation en physique plus particulièrement, c'est ça ?

105 E : Oui.

106 I : D'accord. Merci beaucoup. Je vous remercie pour consacrer ce temps, je sais que vous avez beaucoup de travail, de concours, de choses comme ça. Alors, je vous souhaite bon courage et merci beaucoup.

Annexe 6.4. Transcription de l'entretien avec cc3 (étudiant en master se destinant à l'enseignement)

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est effectivement moi – Mohammad Dames ALTURKMANI), E désigne l'étudiant. Dans cet entretien, j'ai contacté cet étudiant par téléphone.

1 I : Bonjour, vous m'entendez ?

2 E : Oui, parfaitement.

3 I : L'entretien comporte 2 parties. La première partie concerne des questions par rapport à vos réponses et la deuxième partie concerne des questions complémentaires à notre questionnaire.

4 E : D'accord.

5 I : Alors, je commence par la question 3 dans le questionnaire euh… l'intérêt pour les mathématiques. Vous avez répondu que les mathématiques au collège « pas très scientifique », au lycée « très utiles pour la physique » et à l'université « on comprend rien malgré l'utilité ».

6 E : C'est ça.

7 I : Qu'est-ce que vous entendez euh… par les mathématiques ne sont pas très scientifiques au collège ?

8 E : Parce que les mathématiques, je disais en collège c'est beaucoup de définitions, beaucoup de choses à apprendre par cœur, entre parenthèses à ressortir sans même avoir compris ce qu'on peut dire. Et c'est un reproche que je fais au collège vu que c'est typiquement la géométrie, c'est beaucoup d'hypothèses qui amènent à une conclusion que l'on peut donner dans telle situation sans même avoir compris euh… le principe même de ce qu'on explique.

9 I : Et au lycée euh… les mathématiques : « très utiles pour la physique ». Qu'est-ce que vous entendez par « très utiles » pour la physique ?

10 E : Typiquement la notion de dérivée, d'intégrale, ça typiquement à mon époque, on faisait beaucoup de [00 :01 :56] du style RLC et beaucoup d'équations différentielles avec beaucoup de dérivées. Voilà, c'était un grosse aide, notamment au niveau des exponentielles et des logarithmes, plus tard ensuite dans les lois de Beer-Lambert.

11 I : À l'université « on comprend rien malgré l'utilité »…

12 E : Malheureusement ça a été fait par des mathématiciens purs, qui utilisaient des notations complètement obscures et qui donc euh… permettaient pas à ceux qui avaient des difficultés d'accrocher à cette matière. Après, effectivement c'était utile, tout ce qui transmettre [fourrier 0 :02 :32] qui peut paraître complètement obscur au premier abord est très utile, en optique ondulatoire typiquement où on analyse le son effectivement ça peut être utile. Si on sait utiliser.

13 I : Euh… par rapport à votre réponse euh… les mathématiques très utiles pour la physique euh… pouvons-nous dire que c'est la même chose par rapport à la chimie ?

14 E : Euh… non.

15 I : Pourquoi ?

16 E : Parce que typiquement euh… en chimie, on… comment dire… en chimie on va pas… on utilise un stade de mathématiques qui est quand même beaucoup plus bas, euh… du fait qu'on utilise surtout tout ce qui est opérateur simple et très peu de transformés ou de théorèmes bien précis.

17 I : Euh… l'intérêt pour la chimie euh… vous avez écrit euh… au collège, « des notions trop vagues ». Qu'est-ce que vous entendez par vagues ?

18 E : Euh… entre parenthèses on fait de la chimie avec les mains, il y a qu'en troisième où on arrive vraiment à toucher à ce qui est ions, tout ce qui est… à l'atome, entre parenthèses la chimie plus ou moins pure. On arrive au niveau quantique, sinon avant on fait entre parenthèses de la chimie avec les mains, c'est-à-dire chouette l'eau s'évapore, elle retombe. On n'en dit pas plus.

19 I : Et au lycée, « génial, passionnant… »

20 E : Là, on commence vraiment à toucher à tout ce qui est chimie plus intéressante, notamment on commence à toucher un peu à la chimie quantique typiquement, mais aussi à des faits un peu de tous les jours. Et on se rapproche de plus en plus de la réalité par des expériences différentes.

21 I : Et à la fin, à l'université… « Organique, intérêt 5/5 ». Est-ce que vous pouvez reformuler qu'est-ce que ça veut dire ?

22 E : Bah typiquement j'ai adoré la chimie organique, c'est vraiment un type de chimie que j'ai beaucoup apprécié. Ça me faisait au début penser à des legos et après, bon j'ai fini par m'y intéresser plus précisément. C'était un type de chimie qui me permettait vraiment de concevoir une molécule de A à Z, puis après forcément euh… la thermodynamique, ça touche forcément un peu plus à des maths et c'est surtout que ça utilisait des fois des lois qui étaient entre parenthèses non officielles. Dans telle situation, utiliser telle ou telle loi pour différentes raisons, mais jamais de… il y avait jamais de faits universels. Et ça, c'est un des reproches que je pouvais y faire.

23 I : D'accord. Après, votre intérêt pour la physique euh… en fait vous avez écrit qu'au collège les concepts ne sont pas toujours évidents à voir euh… au lycée abstraction, complexe mais intéressante et à l'université, parfois trop de maths. Décrivez-vous en quoi les concepts en physique ne sont pas toujours évidents à voir au collège.

24 E : Au collège, c'est un peu le même constat que je fais qu'en chimie où c'est toujours de la physique un peu avec les mains, typiquement en troisième on voit tout ce qui est attraction, gravitation. On imagine qu'il y a une force là-dessous, mais on n'en sait rien. C'est parce que nous professeur on impose, mais d'un autre côté ça reste totalement abstrait. Donc, ce genre de concept tel que si l'énergie synectique, c'est pas… c'est encore un peu de la physique avec les mains. Il y a rien de bien fondé.

25 I : Euh… et à l'université parfois trop de maths. Maths, est-ce que vous pouvez donner un exemple ou un synonyme ?

26 E : Oui, typiquement la mécanique du solide ou du point à l'université, c'est ni plus ni moins que quasiment des cours de maths euh… pendant un an. Et là, ça c'est regrettable.

27 I : D'accord. Euh… après il y a l'intérêt pour la physique et pour la chimie, c'est la question 4. Et là, votre intérêt relatif c'est pour la chimie.

28 E : Oui, largement.

29 I : Et votre raison c'est à l'université au moment où la physique s'est transformée en maths pures mécaniques. Qu'est-ce que vous entendez par cette phrase ?

30 E : Euh… ce que j'entends par là c'est que euh… une fois arrivé à l'université on a vraiment commencé à toucher en chimie à tout ce qui était effectivement un peu quantique, un peu… à des atomes, à comprendre réellement comment se situe un atome dans l'espace et leurs fonctions, en physique malheureusement on s'est très rapidement arrêté après quelques petits exemples à l'utilisation d'outils mathématiques dont on maîtrisait pas du tout. Et du fait qu'on maîtrisait pas du tout ces outils, ça a rendu la physique totalement obscure. Donc, on s'est arrêté en physique à compter, alors qu'en chimie on voyait les phénomènes.

31 I : D'accord. Après, il y a l'effet sur l'enseignement. Euh… c'est la question 4.3. Vous avez écrit que votre intérêt pour la chimie a un effet de plus d'envie et d'énergie à enseigner la chimie, mais aussi plus de compassion envers les élèves qui échouent en physique. Qu'est-ce que vous entendez par plus d'envie et plus d'énergie à enseigner la chimie ?

32 E : Bah forcément, on est toujours plus content d'enseigner une matière qu'on aime, une matière dans laquelle on a énormément de ressources, vu que… qui dit plus d'envie dit aussi qu'on s'est intéressé à côté à ce type de phénomènes donc on apprécie plus d'étaler sa science, toutes nos ressources dans un domaine qu'on maîtrise.

33 I : Qu'est-ce que vous entendez par ressources ?

34 E : Euh… j'y ai répondu un peu plus tard dans les questions. C'est l'utilisation de bouquins, de livres différents.

35 I : D'accord, oui. Alors, vous voyez que vous êtes plus capable à utiliser ces ressources en chimie euh… beaucoup plus qu'en physique, c'est ça ?

36 E : Oui.

37 I : Pourquoi ?

38 E : Typiquement par une question de notation ou de types d'exemples qui sont pris. Si on prend trois bouquins de physique typiquement, on peut tomber sur des notations… simplement en mathématiques différents et qui pourraient illustrer exactement le même phénomène. Mais du fait de l'utilisation d'un langage différent ça peut tout de suite mettre des bâtons dans les roues à ceux qui comme moi avait pas forcément des facilités.

39 I : D'accord. Euh… après euh… il y a les sous-disciplines de la physique et de la chimie. En fait, vous avez écrit que euh… pour la chimie organique, impression de faire des legos. Qu'est-ce que vous entendez par là ?

40 E : Tout simplement, quand on construit un lego, si on part d'un caillou et ben on finit sur un bateau. Là, en chimie organique c'est un peu pareil, c'est un ajout de molécule, un ajout de petites pièces qui s'emboîtent entre parenthèses, qui font que j'ai toujours aimé ça.

41 I : D'accord. Et après, pour l'électronique, là en fait il y a l'électricité, il y a l'électronique euh… là je sais pas, qu'est-ce que vous écrivez dans votre réponse euh…

42 E : J'ai eu ni plus ni moins qu'un blocage avec l'électricité et tout ce qui est électronique, vu que ça… pour moi ça a vraiment été très très obscur cette matière. C'était… euh… le courant allait dans un sens, l'intensité dans un autre, un coup dans un sens, un coup dans un autre, j'ai jamais compris pourquoi ça partait dans un sens et pourquoi pas dans un autre. Et typiquement c'était euh… c'est aussi lié au fait que ça a été enseigné un peu à la va vite à l'époque où j'y étais. Du coup euh… c'est une matière où j'ai eu beaucoup de mal à comprendre qu'est-ce qui se passait et surtout pourquoi. J'ai toujours pas compris pourquoi d'ailleurs, mais…

43 I : D'accord, oui. Et là, après… méca = maths.

44 E : Je tourne la page.

45 I : C'est à la page 6.

46 E : Euh… effectivement, ça c'est la réponse que j'ai donné précédemment… la mécanique où il reste malheureusement énormément de mathématiques appliquées à de la géométrie.

47 I : D'accord. Euh… après la dernière question, la question 6 qui concerne les ressources qui peuvent fonder euh… votre intérêt pour la physique ou pour la chimie. Euh… en fait, vous avez cité les ressources en chimie, c'est Paul ARNAUD euh… la chimie organique et Sciences et vie. Après, pour les ressources en physique, en fait euh… est-ce que vous pouvez reformuler le premier mot ?

48 E : Alors, le Précis, c'est un livre utilisé pour les prépas, [00 :12.15]. Euh… alors je sais plus l'éditeur, mais je sais que le titre de l'ouvrage c'est le Précis. Et il était bien fait dans le sens où il donnait de très bons schémas et les explications étaient à la fois courtes mais très précises. Donc, ça demandait… c'était une synthèse qui était bien faite à chaque fois, qui permettait de sortir avec l'essentiel.

49 I : D'accord. Et comment vos ressources, que vous avez citées, euh… peuvent-elles fonder votre intérêt soit pour la physique, soit pour la chimie ?

50 E : J'ai pas compris votre question, comment les ressources peuvent-elles fonder…

51 I : Euh… comment ces ressources-là… euh… par exemple euh… Paul ARNAUD chimie organique et Sciences et vie euh… peuvent fonder votre intérêt pour la chimie ? Euh… c'est-à-dire à partir de ces ressources-là, vous avez l'intérêt pour la chimie.

52 E : Oui, alors effectivement ça a été euh… ce Paul ARNAUD, ça a été un peu l'élément déclencheur où c'est un livre qui a été très bien fait. Et euh… dans le sens où il est un peu comme le Précis où il est assez synthétique et euh… des études bien expliquées, mais il est surtout très complet dans le sens où c'est un livre qui permet de montrer beaucoup de phénomènes et dans le sens où euh… les couleurs sont toujours soigneusement utilisées, de manière très ludique.

53 I : D'accord. Et… en fait, vous avez fait une licence en physique-chimie, c'est ça ?

54 E : C'est ça, oui.

55 I : Est-ce que votre intérêt à la chimie euh… vous a-t-il guidé à choisir les formations en physique-chimie ?

56 E : Euh, oui… licence en physique-chimie. Après, bon je pouvais toujours faire professeur, donc c'est le métier d'abord qui m'a guidé. J'étais ravi de faire de la chimie. Bon, après la physique euh… il y a quand même des parties de physique que j'apprécie beaucoup. Donc euh…

57 I : D'accord, oui. Alors là, c'est la première partie de l'entretien. La deuxième partie… ma première question, euh… d'après vous c'est quoi la chimie ?

58 E : Quelle belle question.

59 I : Quelle est votre représentation de la chimie ?

60 E : Représentation de la chimie. Bah euh… tout d'abord je pense forcément à des modèles moléculaires quand on parle de chimie. Donc, je pense à réactivité, tout ce qui est mécanisme. Après euh… c'est vrai que si on approfondit un peu, il y a forcément l'aspect analytique et thermodynamique qui rentre en jeu. Mais j'accorde davantage d'importance à tout ce qui est mécanisme réactionnelle.

61 I : Et quel est l'objet ou quels sont les objets de l'étude de la chimie ?

62 E : Les objets d'étude de la chimie… bah compréhension de… à la fois énergétique, à la fois écologique et développement euh… industriel de tel type de réaction aux molécules par exemple.

63 I : Oui. Comment situez-vous la chimie dans l'échelle microscopique- macroscopique et dans le concret-l'abstrait ?

64 E : Alors, microscopique, typiquement euh… on pourrait voir la chimie comme des mécanismes réactionnels avec tout ce qui est recouvrement orbitélaire et toute la chimie un peu quantique. Au niveau macro, après on peut partir sur tout ce qui est polymère, notamment propriété physique d'une molécule chimique. Et après, dans… le troisième c'est le monde moderne c'est ça ?

65 I : C'est le concret et l'abstrait.

66 E : Euh… concrètement euh… l'utilisation du Téflon dans un contexte militaire. Et dans l'abstrait on pourrait partir sur euh… typiquement euh… la mise au point de nouveaux microscopes [00 :16 :33] permettant de voir une réaction en jeu.

67 I : D'accord. Ma deuxième question. D'après vous, c'est quoi la physique ? Ça sera la même chose, quelle est votre représentation de la physique ?

68 E : D'accord. Euh… alors la physique euh… bah au niveau micro, c'est vrai qu'au niveau micro la physique, j'en connais pas 36, à part la physique quantique. Euh… où effectivement la recherche de [00 :17 :03]. Au niveau macro, la physique ça pourrait être typiquement euh… l'étude [0 :17 :10] de différentes composées. Donc, étude à la fois [0 :17 :16] et thermodynamique. Toujours dans le domaine de la physique. Euh… ensuite au niveau des concepts abstraits, donc ça serait euh… abstrait ça serait typiquement le calcul de tension dans le circuit électrique. Pour moi, ça c'est absolument abstrait. Et du concret en physique, ça serait euh… quelque chose de concret en physique… bah oui il y a typiquement l'optique. Ça c'est… il y a pas plus concret. L'utilisation de lunettes, télescopes, microscopes.

69 I : D'accord. Et de manière générale, c'est… quelle est votre représentation de la physique ? Euh… au total.

70 E : Euh… c'est surtout des mathématiques pour moi.

71 I : D'accord. Et pourquoi des mathématiques ?

72 E : Pardon ?

73 I : Pourquoi surtout des mathématiques ?

74 E : Parce que les phénomènes sont souvent cachés par toutes ces notions de mathématiques et ses développements.

75 I : Ma troisième question. C'est quoi une science expérimentale concrète et c'est quoi une science rigoureuse abstraite ?

76 E : Alors expérimentale concrète euh… bah typiquement c'est… pour moi, ça serait le domaine où j'ai travaillé quand j'étais en stage, où on a synthétisé une molécule anti cancérigène. Ça pour moi, c'est absolument concret, vu que c'est une synthèse de molécule qu'on impacte tout de suite sur l'organisme. Et après, au niveau de l'abstrait, une science abstraite euh… bah effectivement la recherche du [0 :19 :05] ou encore du [photon 0 :19 :07], ça c'est complètement abstrait dans le sens où euh… c'est quelque chose que… dont on utilisera nos yeux pour le voir.

77 I : D'accord. En fait, là j'ai oublié de poser une question qui concerne votre maîtrise euh… en fait, vous avez mis dans le questionnaire, à la question 4.2, à la page 4, que vous maîtrisez

beaucoup plus la chimie euh… au BAC +2, au BAC +3. Et… ma question, décrivez votre maîtrise des contenus. Est-ce qu'il y a des liens entre votre intérêt et votre maîtrise, votre intérêt pour la chimie globalement euh… et votre maîtrise pour la chimie ?

78 E : Oui, typiquement… qui dit que quand on aime une matière, on va davantage la travailler et se renseigner sur des ressources diverses, plutôt que quelque chose qu'on n'aime pas. Donc, oui c'est totalement lié, oui.

79 I : D'accord. Euh… avez-vous déjà enseigné en classe la physique et la chimie ?

80 E : Oui.

81 I : Alors, vous pouvez me raconter comment vous avez préparé par exemple un cours en physique et un autre cours en chimie ? Chercher des ressources, des ressources utilisées pour préparer chaque cours, des ressources produites par vous-mêmes pour les élèves ou pour vous. La mise en œuvre dans la classe, votre pratique dans la classe.

82 E : Alors euh… donc…

83 I : Pardon. Les ressources concernent les programmes scolaires, les manuels, les discussions collectives avec vos collègues, etc. C'est tout.

84 E : Déjà, la première étape étant toujours de se baser sur le Bulletin Officiel. On se base… il faut cette ressource-là pour savoir quels sont les éléments que je vais pouvoir mettre en jeu. En chimie, donc quand je vois les ressources à mettre en jeu, la séance, en général je la prépare avec mon savoir-faire en général. J'utilise très peu de bouquins. Alors que, comparé à la physique où euh… je vais toujours chercher des… quelques idées à travers des manuels scolaires, des fois qu'il y ait des choses auxquelles je n'aurais pas pensé. Contrairement à la chimie où je sais que normalement j'aurais pensé à tout déjà.

85 I : Et là, en physique ? C'est la même chose ?

86 E : En physique justement, j'utilise beaucoup plus mes scolaires pour bien voir ce que j'aurais pu oublier.

87 I : D'accord. Sur quelles ressources vous vous appuyez précisément et quelles ressources sont-elles conçues par vous ? Si vous avez conçues des ressources ou pas.

88 E : Alors, les ressources que j'utilise sont toujours les manuels scolaires qu'ont les élèves, pour un côté pratique.

89 I : Par exemple, quel manuel ?

90 E : Alors euh… un manuel que j'aime bien, c'est le euh… comment s'appelle-t-il, j'ai un trou de mémoire, le manuel DURANDEAU. C'est un manuel scolaire que j'aime beaucoup, qui donne des… qui est bien fait. Je m'inspire beaucoup de celui-là.

91 I : D'accord. Et pourquoi vous sentez qu'il est intéressant pour vous ce manuel ?

92 E : Il pose les bonnes questions et les sujets sont concrets sans tourner 3 fois autour du pot. C'est essentiellement pour ça. Le contexte après, le surplus d'informations, c'est à nous de l'apporter et donc ça nous donne une vraie liberté derrière.

93 I : Et là, c'est pour la physique et pour la chimie ? C'est la même chose ce manuel ou…?

94 E : Oui, la chimie c'est plus souvent moi qui crée en général la situation.

95 I : C'est vous-même qui créez la situation ?

96 E : Voilà.

97 I : Et comment euh… vous créez ? Donnez-moi un exemple…

98 E : Je vais vous raconter tout ce que j'ai fait lundi. On était sur la fabrication de l'arôme de banane. Donc euh… je crée la situation en général en ayant en tête le schéma réactionnel, donc [00 :23 :51]. Et je liste les compétences que je désire que les élèves acquièrent au cours de cette séance. Et de ça, j'en déduis ensuite les questions que je vais leur poser à la fin de l'expérience. Le protocole, je le fais moi-même en général.

99 I : Et… est-ce que vous vous appuyez sur une telle ressource pour euh… concevoir une situation en chimie ou pas… c'est vous -même ?

100 E : C'est assez rare.

101 I : C'est assez rare. Et là, c'est en chimie, pas en physique ?

102 E : Oui. En physique, c'est l'inverse, je m'appuie beaucoup sur le livre.

103 I : D'accord. Alors euh… vous sentez que vous êtes plus capable à créer des situations en chimie et pas en physique, alors qu'en physique vous vous appuyez sur les manuels scolaires, c'est ça ?

104 E : Voilà.

105 I : Et là, c'est toujours par rapport à votre intérêt pour la chimie ?

106 E : Pour la chimie, oui, tout à fait.

107 I : D'accord, oui. Euh… J'ai des questions. En fait, qu'est-ce que vous manquez pour faire évoluer votre intérêt pour la physique, la discipline qui vous intéresse le moins ?

108 E : Qu'est-ce qu'il me manquerait… c'est une bonne question. Après, c'est aussi une vue d'esprit. Donc, je sais pas si ça peut être pas lié, mais j'ai toujours eu une vue d'esprit plus facilitée du côté de la chimie que de la physique. Peut-être des aides au niveau des mathématiques typiquement, ça permet de séduire un peu plus le côté physicien.

109 I : La licence en physique-chimie, c'était égal ? 50 % physique, 50 % chimie ?

110 E : Oui.

111 I : C'était comme ça ?

112 E : Oui, oui.

113 I : D'accord. Ma dernière question. En fait, en France au collège et au lycée, la physique et la chimie sont réunies sous les sciences physiques chimiques, la géologie et la biologie sont réunies sous les sciences de la vie et de la terre. Euh… dans d'autres pays, par exemple la Chine, la chimie est enseignée par un seul professeur et la physique est enseignée par un seul professeur. Euh… vous, personnellement, euh… est-ce que vous êtes d'accord ou pas d'accord pour enseigner une seule discipline ou plusieurs ?

114 E : Non, ces disciplines sont beaucoup trop liées pour qu'elles puissent être segmentées. Non, je suis pas d'accord.

115 I : Euh… là moi j'ai mis un tableau euh… pour euh… enseigner une seule discipline au collège, est-ce que vous êtes d'accord ou pas pour une seule discipline, comme par exemple chimie toute seule, la biologie toute seule, physique toute seule ?

116 E : Au collège ?

117 I : Au collège, oui.

118 E : Non, je suis pas d'accord.

119 I : Au lycée ?

120 E : Euh… au lycée, pff… ça devient ambigu. Je euh… j'ai du mal à choisir là. Je serais plutôt penché vers non aussi, mais après c'est surtout au niveau de la terminale et des spécialités, notamment STL ou des choses comme ça où effectivement on pourrait peut-être un peu plus enseigner l'un que l'autre. Mais pas au niveau de la seconde, ni de la première.

121 I : D'accord, oui. Est-ce que vous êtes d'accord ou pas pour enseigner 2 disciplines ensemble, comme par exemple mathématiques avec la physique, chimie avec la biologie, géologie avec la physique euh… après il y a physique, chimie ensemble, biologie, géologie ensemble ? Au collège, au lycée.

122 E : Alors euh… au collège euh… mathématique et physique, c'est pas forcément judicieux au collège. Au lycée euh… ça pourrait avoir quelques intérêts, oui.

123 I : Au lycée, mathématique avec la physique ?

124 E : Oui, ça pourrait avoir quelques intérêts.

125 I : Au lycée, d'accord. Chimie, biologie ?

126 E : Aussi, oui, oui.

127 I : Au lycée ?

128 E : Au lycée, voilà.

129 I : Pas au collège ?

130 E : Non, pas au collège.

131 I : géologie avec physique ?

132 E : Euh… non, aucun intérêt.

133 I : Euh… ni collège, ni lycée ?

134 E : Ni collège, ni lycée.

135 I : D'accord. Physique, chimie ?

136 E : Plutôt oui.

137 I : Collège, lycée ?

138 E : Voilà.

139 I : Biologie et géologie ?

140 E : Euh… au collège, mais pas au lycée.

141 I : D'accord. Est-ce que vous pensez aux autres couplages qu'il sera possible à enseigner ensemble ?

142 E : Non. Après, il y a une matière qu'on pourrait faire rentrer en compte, c'est l'informatique, mais bon. C'est le seul que je pourrais rentrer en ligne de compte.

143 I : D'accord. Merci beaucoup.

Annexe 7. Transcription des entretiens avec le Professeur Jean ; transcription des observations de classe

Annexe 7.1. Transcription de l'entretien général

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est effectivement moi – Mohammad Dames ALTURKMANI), PFP désigne le professeur de physique-chimie qui a formation plutôt en physique (Jean) et PFC désigne le professeur de physique-chimie qui a formation plutôt en chimie (Nicole).

1 I : Au début, je voudrais poser des questions concernant l'histoire professionnelle.
2 I : Quelles études avez-vous suivies ?
3 I : Chacun répond sur ma question s'il vous plaît.
4 PFC : Je commence ?
5 I : Oui, comme baccalauréat.
6 PFC : Oui, donc baccalauréat scientifique.
7 I : Scientifique.
8 PFC : D'accès…. Ensuite, j'ai fait deux années de classe préparatoire aux grandes écoles.
9 I : Oui.
10 PFC : À Valence. Ensuite, j'ai fait une école d'ingénieure chimiste.
11 I : Oui.
12 PFC : Euh… Après ça, j'ai fait… une maîtrise en sciences physiques.
13 I : Oui.
14 PFC : Oui, j'ai passé le CAPES en même temps.
15 I : Oui, le CAPES en physique ? Ah…
16 PFC : Le CAPES en sciences physiques.
17 I : L'option ?
18 PFC : Donc, c'était les deux en fait. Y a autant de physique et de chimie.
19 I : Et les TP étaient en physique ou en chimie ?
20 PFC : J'ai eu de meilleures notes en chimie hhh…mais en physique. Mais l'épreuve c'est moitié moitié. C'est vraiment une épreuve équilibre y a autant de physique et de chimie pour le CAPES.
21 I : Et vous.
22 PFP : ET moi, donc trois ans classe prépa après j'ai fait l'école normale supérieure de Lyon. Ah… après, j'ai passé l'agrégue. Après j'ai fait un DEA didactique des sciences.
23 I : Oui.
24 PFP : Et après je suis enseignant.
25 I : D'accord. Ah… Avez-vous suivie une formation…
26 PFC : Et tu as passé l'agrég de physique ?
27 PFP : Alors, ché pas, je me rappelle plus c'est…
28 PFC : Ah, si c'est bien séparé.
29 PFP : C'est physique…
30 PFC : Oui y a une…
31 PFP : Y a physique, chimie qui est différent. C'est bien séparé ?
32 I : Oui.
33 PFC : Oui, oui, c'est bien séparé.
34 PFP : D'accord, c'était en physique.
35 PFC : Y a un truc que j'ai pas dit. C'est après avoir eu une CAPES, j'ai demandé une année de disponibilité pour préparer l'Agrégation de chimie.
36 I : Oui.
37 PFC : J'ai pas eu. Donc, j'ai comme plus de formation chimiste.
38 I : Avez-vous suivies une formation spécifique d'enseignant ?
39 PFC : Ben… oui.
40 PFP : À l'IUFM.
41 PFC : À l'IUFM, professeur stagiaire.
42 I : Oui, d'accord….Et….
43 PFP : Moi aussi.
44 I : D'accord, oui.
45 PFP : À l'IUFM plus dans la DEA didactique des sciences.
46 I : À propos de la formation continue : combien des stages suivis des dernières années, ou d'autres formes de formation continue ?

47 PFC : Combien de stage l'année dernière.
48 I : Ouais.
49 PFC : Ah…Oh là… ché pas. Je veux dire trois je pense trois stages de … ça doit faire à peu près je passe quatre cinq jours.
50 I : Vous pouvez remplir ça s'il vous plaît ici, pour chaque année, quels sont les stages suivis ?
51 PFC : Oui…Alors là, il faut que je regarde sur internet y a récapitulatif.
52 PFP : Y a ça qui…
53 PFC : Oui.
54 PFP : On peut l'imprimer c'est récapitulatif ?
55 PFC : Oui ; je crois…fin, je pense qu'on peut l'imprimer.
56 I : D'accord.
57 PFC : Parce que je me souviens plus.
58 PFP : On va faire maintenant parce que je me souviens plus c'est pareil.
59 I : Oui, oui.
60 PFC : On va l'imprimer euh… Et on te donne ça.
61 I : D'accord, pas de souci.
62 I : Depuis combien d'années enseignez-vous ?
63 PFC : Onze ans.
64 I : Et vous.
65 PFP : Ah… douze ans.
66 PFC : Moi non, presque moins.
67 PFP : Quatorze ans.
68 PFC : J'ai conscient deux mille.
69 PFP : Ben moi aussi…je suis revenu en France deux mille en fait et donc ah… quatorze ans.
70 I : Quatorze ans.
71 PFP : Quinze ans avec l'année de stage.
72 PFC : Oui deux mille, c'était aussi avec l'année de stage.
72 I : Qu'est-ce que vous enseignez ? Quelles classes ?
73 PFC : Cette année seconde ah…première S et terminale spécialité.
74 I : Oui, et vous ?
75 PFP : Et moi, seconde et l'option OMPS.
76 I ; D'accord, et vous chimie, physique ?
77 PFC : Les deux.
78 I : Et vous.
79 PFP : Oui, y a les deux aussi.
80 I : Et maintenant, on va discuter des relations entre la physique et la chimie.
81 I : A votre avis, quelles relations y a-t-il entre la physique et la chimie ?
82 PFP : Qui commence ?
83 I : Comme vous voulez.
84 PFP : Moi, j'aurai envie de dire a priori que la chimie est une sous branche des sciences physiques en général qui s'intéresse en particulier aux transformations de la matière…. voilà. Au niveau épistémologique entre guillemets enfin c'est comme ça je le vois. Après à cause de ses applications, de son importance pratique …., sociétale ou etc… on en fait une discipline à part entière au lycée, on a la physique, classée générale, et la chimie qui est plus spécialisée, à qui on donne la place pour … pour avoir le temps de traiter tous ce qui faut traiter.
85 I : Et vous.
86 PFC : Ah… Avant je faisais un peu cette distinction …oui vraiment une distinction entre physique et chimie je la fais de moins au moins aussi parce que dans le programme on est encouragé à ne pas la faire…Donc, pour moi, je… enfin. Tout c'est des sciences. C'est vrai que... la chimie c'est les sciences de la matière et c'est un peu plus cafouillis ou plus… peut être moins rigoureux par certains côtés que la physique. Mais… bon…
87 PFP : Dans la façon de l'enseigner ?
88 PFC : Dans la...
89 PFP : Donc...les chimistes sont moins rigoureux que les physiciens ???
90 PFC : Oui les chimistes moins rigoureux que les physiciens
91 PFP: Non…

92 PFC : Moi, je le sens comme ça un peu mais bon.

93 I : Quelles sont les points communs et différents entre l'enseignement de la physique et l'enseignement de la chimie ?

94 PFP : Oh, la première différence qui vient à l'esprit c'est au niveau de la pratique expérimentale c'est-à-dire que... a priori dans l'enseignement de la chimie ça se fait beaucoup enfin. Ca se fait beaucoup à partir de TP, on utilise beaucoup de verreries... c'est censé être un enseignement plus expérimental. Alors, après moi, je… Je pense que c'est... On se trompe un peu si on pense ça mais voilà.

95 PFC : Moi, je dirai par rapport aux élèves. Il y a pas la même approche. Il y a beaucoup d'élèves qui ont une approche positive par rapport à « on va faire la chimie ». Pas la chimie dans la société mais ah... On va faire les expériences de chimie parce que pour eux il y a l'aspect expérimental.

96 I : La manipulation ?

97 PFC : Oui, ça fait la couleur, la fumée et des explosions alors que l'aspect physique est moins spectaculaire. Donc, quand on l'enseigne avec les élèves il y a pas … comment ça faire la chimie avec des élèves, on part avec… ils ont un a priori positif.

98 PFP : Les élèves ont tendance à penser que la chimie c'est plus facile la physique ah !

99 I : Peut-être la physique...

100 PFC : Plus abstraite mais la chimie est aussi abstraite à certains moments.

101 PFP : Voilà moi, je fin… En gros, on fait faire des expériences, je fais beaucoup d'expériences quand on fait faire de la chimie. Les élèves aiment ça pour ça. Au niveau théorique à côté en... En gros, ils apprennent un peu des choses un par cœur sur équilibrer les équations bilan, faire des modèles moléculaires machin. Ils ont un peu du mal à faire le lien entre les deux ah parce que à mon avis on n'affronte pas la difficulté de la chimie sur son versant beaucoup plus théorique, on s'y confronte beaucoup moins. En physique on est plus, on s'y confronte beaucoup plus c'est pour cela les élèves trouvent ça plus difficile.

102 I : Pouvez-vous nous faire un schéma qui illustre votre vision de ces relations ?

103 PFC : Un schéma qui illustre les relations ?

104 PFP : Ah oui il y a d'autres différences… La chimie sur les contenus c'est des choses qui sont beaucoup plus modernes entre guillemets c'est-à-dire qui sont beaucoup plus issues de la science du 20e siècle, alors que les contenus scientifiques en physique, c'est des contenus, pour aller vite, du 19e siècle. Ah... La physique c'est « on enseigne du vieux ».

105 PFC : Oui, on enseigne Newton.

106 PFP : Parce que le moderne est trop compliqué. Alors, en qu'en chimie on...

107 PFC : On enseigne les nanotechnologies.

108 PFP : On enseigne des choses qui sont beaucoup plus, qui ont été développées au 20e siècle. Par exemple : la règle du duel, des octets, les orbitales, l'électron dans l'atome, la classification périodique et sa structure moderne voilà. Après avec plus ou moins de bonheur.

109 I : Je vous donne des feuilles pour faire le schéma.

110 PFC : Il faut illustrer les relations entre la physique et la chimie.

111 PFP : Ou sur l'enseignement de la physique et de la chimie.

112 I : Oui, sur l'enseignement de la physique et de la chimie. La physique et la chimie dans l'enseignement.

113 PFP : Alors, après il y a …Est-ce que tu veux que je…qu'on donne notre point de vue sur l'enseignement de la physique et de la chimie en générale, qu'est-ce que les…qu'est-ce que nous collègues…qu'est-ce qu'on en voit.

114 I : Oui, au début en générale et après il y a…

115 PFP : Qu'est-ce que nous, on pense en particulière parce que c'est pas pareil.

116 I : Oui, en particulière c'est le spectre et la spectrophotométrie.

117 PFP : Non, ce que je vous dire c'est que …on a un discours ce qu'on…ce qu'on a appris, ce qu'on voit faire autour de nous, ce qu'on voit dans les livres etc. Puis après y a peut-être une différence est-ce que nous…On essaie, on cherche à faire, on essaie de construire parce que par exemple : Quand je te dis il y a des différences, la chimie c'est plus expérimentale, la physique c'est plus théorique dans l'enseignement bon…Moi j'essaie de pas faire comme ça même c'est pas facile. Donc, est-ce qu'on te parle, est-ce que nous on essaie de faire ou est ce qu'on voit autour de nous ?

118 I : Non, en fait, les deux.

119 PFC : Je suis gêné parce que moi, j'essaie vraiment de plus faire de distinction entre physique et chimie. Donc, j'ai des progressions fin j'ai des chapitres, ils sont mixtes… Et donc…Et là, y a on demande de dissocier les choses.

120 PFP : Ben, vois tu as réussi de réédifier parce que tu as des mal à faire.

121 PFC : La question, quelle relation entre l'enseignement de la physique et de la chimie ?

122 I : Oui.

123 PFC : Normalement les deux cercles dans la même taille.

124 PFP : Tu vois c'est la même chose.

125 PFC : On a donné la même chose. C'est un petit peu pareil mais c'est la même chose.

126 PFP : Ah oui, si y a ça…en fait, y a un truc qu'il manque « modèle microscopique » de la matière simplement en lien avec…tout ce qui les gaz, les physiques…

127 PFC : De l'égale d'inertie, voilà…Coefficient solide, coefficient….

128 PFP : Voilà, en gros là pour aller vite, la physique statistique quoi ah je sais pas comment on appelait ça ?

129 I : Quelles relations entre l'enseignement de la physique/ de la chimie et celui des autres disciplines scientifiques (mathématiques, biologie, informatique,…) ?

130 PFP : Alors, a priori en chimie au niveau de modèle mathématique utilisé ça reste ah…

131 PFC : ça reste simple.

132 PFP : ça reste simple… Modèle simple des relations proportionnalités assez immédiates… présentation graphique oh…

133 PFC : Y a pas d'équations différentielles, y a pas …. Ouais, mais si... il y a un petit peu mais bon. Fin, au programme du lycée, y a bien la cinétique, mais c'est pas d'un point mathématique on dit rien.

134 PFP : Voilà, ça pas être loin. En physique les modèles mathématiques sont plus sophistiqués, sont plus complexes. Et les relations avec la SVT ah par exemple : en SVT, ils utilisent énormément chimie mais énormément physique aussi. Et ah...

135 PFC : La chimie est plus liée à la biologie et la physique est plus à la géologie.

136 PFP : Science de l'univers, science de la terre.

137 PFC : Science de l'univers voilà, les volcanismes et tout ça lié à la physique. Ils utilisent des notions physiques. Et quand ils font de la biologie c'est lié à la chimie et l'informatique c'est dans les deux ah... peut-être un petit peu plus en physique mais bon.

138 I : Pouvez-vous nous faire un schéma qui illustre votre vision de ces relations ?

139 PFC : De la physique et de la chimie et les autres sciences.

140 I : Oui.

141 PFC : Les autres sont sciences exactes ?

142 PFP : Sciences expérimentales.

143 PFC : Et les maths c'est une science expérimentale ?

144 PFP : Non, c'est pas une… Je peux la mettre : la biologie…la sociologie, l'histoire des sciences…

145 PFC : Et ben voilà. Donc, là c'est uniquement avec les sciences scientifiques…

146 I : Oui, scientifique c'est pas….

147 PFP : Science de la nature. Pas les sciences humaines.

148 I : Ben.

149 PFP : On peut les rajouter ah.

150 I : Ouais.

151 PFP : Donc, Maths…Sciences de la vie, biologie, sciences… sciences de terre, informatique…Je rajoute l'histoire.

152 I : D'accord.

153 PFP : Bon, alors les liens qui sont forts… j'ai modifié les flèches dans l'autre sens pour montre parce que c'est plus les outils de cette discipline, ils sont utilisés dans celle-là et celle-là, ils sont utilisés en celle-là…y a…y a des problèmes biologie qui est stimulé chimie mais c'est…Bon, ben voilà, on va.

154 PFC : Là moi, j'ai fait une distinction entre les maths et les outils maths qui servent pour les deux. Et les maths qui nourrissent la physique et la physique qui nourrit les maths dans le sens… c'est plus le programme de terminale mais on a voilà…on a une situation ah…

155 PFP : De mouvement.

156 PFC : De mouvement, par exemple : pour résoudre…on voit une équation différentielle…fin, la situation physique va nourrir les maths et ça on voit pas avec la chimie parce que au niveau lycée y a pas ce genre de problème là…Et là c'est les outils de base quoi… quelques de base… ah y a un petit peu de sciences de l'univers régissent un petit peu à la chimie quand même. Au lycée on fait pas la chimie des… c'est tout un petit…un petit quand on fait la description de l'univers quand on fait la cohésion des… cohésions la solide des cristaux les choses comme ça là on fait un petit peu la géologie.

157 I : Quel enseignement préférez-vous : l'enseignement de la physique ou l'enseignement de la chimie ? Pourquoi ?

158 PFP : Alors, moi pendant longtemps, j'ai préféré l'enseignement de la physique parce que oh parce que c'était plus de ma formation parce que les problèmes que ça soulevait la physique me semblait plus riches. Alors que je voyais la chimie comme une espèce de catalogue de recette expérimentale de réaction et de type de transformation fin voilà je vois voilà ah... Alors que je voyais la physique comme est un plus des problèmes comme travail avec une conceptualisation nécessaire pour répondre à ces problèmes voilà donc, je trouvais la physique plus susceptible plus riche que la chimie et en fait j'ai changé l'avis là-dessus quand j'ai y a pas de longtemps quand j'ai découvert un peu l'histoire de la chimie c'est un des courants de l'histoire de la chimie que j'ai compris en quoi la chimie est une science qui construisait des concepts pour résoudre des problèmes ah et que j'ai trouvé ça tout aussi riche et passionnant que la physique parce que c'est normale parce qu'elle fonctionne pareil mais voilà, j'avais pas eu accès à ça auparavant et donc là pour aujourd'hui je trouve que les deux enseignements sont également intéressants même si je suis mal à l'aise en chimie parce que justement je suis mal à l'aise pour trouver les façons de refaire vivre ces problèmes historiques mais … Ça viendra, j'espère !

159 PFC : Alors moi, j'aime enseigner les deux la même manière ça sera plus à l'intérieure de la physique ou à l'intérieure de la chimie c'est une tartine j'aime moi. J'aime pas tros enseigner la thermodynamique, l'énergie off voilà mais y a certains parties de la physique par exemple l'astronomie que j'adore enseigner. Donc, j'arrive pas à dire c'est parce que j'ai une formation chimie que je préfère la chimie par contre je suis à l'aise en chimie mais je me rencontre que peuvent par avec les élèves ça passe moins bien peut-être parce que je suis plus à l'aise et que pour moi c'est évident c'est ça. Alors que en physique comme il a fallu que je fasse un travail peut être plus…Ah, j'ai l'impression ça passe mieux avec mes élèves peut-être parce que…mais plus à leurs niveaux et que je comprends plus les sous conceptuels qu'on doit faire.

160 I : Je vais commencer par tout ce qui concerne les ressources des enseignants.

De manière générale : Quelles sont vos ressources utilisées en physique ? Et quelles sont vos ressources utilisées en chimie ? Les ressources (manuels, livres, programme, sites, logiciels…) ?

161 PFC : Pour moi, c'est très varié y a… La première chose que je fais. Alors, il se sera que je regarde les instructions officielles. Donc, qu'est-ce qu'il faut que les élèves visaient acquit comme compétence normalement. Ensuite, les ressources, c'est les manuels scolaires mais aussi tous ce qu'on trouve sur internet. Des documents que moi-même j'ai complet au fur à mesure et puis beaucoup des…fin, des ressources ici aussi…un très très variées…y a des choses papiers, et beaucoup de choses numériques, et après c'est des ressources dans la tête des choses que l'on crée.

162 PFP : Et qu'on partage entre nous.

163 PFC : Et qu'on partage.

164 PFP : Moi, j'aurai envie de dire aujourd'hui, la principale ressource, c'est les productions mes collègues en fait. Ah…les productions mes collègues ou les échanges avec mes collègues ou le…parce qu'il est partagé avec les collègues. Alors, après ce que les collègues partagent par exemple Nicole partage pas mal de chose qu'elle a trouvé sur internet donc éventuellement il faut avoir…quelle nature c'est plus des illustrations des ouf… qu'est-ce qu'on trouve sur l'internet des schémas, des textes, des animations et des trucs comme ça. Ah…moi, j'utilise quasiment plus les manuels…Ah, j'essaie d'utiliser plus en plus des… des livres un peu d'histoire des sciences ou des… dans lesquelles j'essaie de trouver les textes…des trucs comme ça. Ah…les autres ressources c'est souvent les ah…fin. En gros, c'est un peu les expériences de base c'est-à-dire c'est plus de protocoles expérimentaux sur les différents domaines, qu'est-ce qu'il fait comme expérience ? Qu'est-ce que les uns les autres font comme expériences. Quasiment plus les fichiers élèves c'est-à-dire comment le prof oh…qu'est-ce qu'il donne comme des fiches d'activité aux élèves.

165 I : Et c'est toujours pareil en physique et en chimie ?

166 PFP : Ouais, c'est pareil en physique et en chimie. Y a pas de différence puis après des ressources ou des euh … des livres de démarche pédagogique de deux disciplines…voilà…

167 I : Quelles sont les ressources que vous jugez les plus importantes pour organiser votre enseignement en physique?

168 PFC : Et après, il aura la même question pour la chimie hhh?

169 I : Pour la chimie ouais…parce que a priori je sais pas. Est-ce qu'il y a… a priori il y a une différence ?

170 PFC : Entre les ressources de la physique et les ressources de la chimie ?

171 I : Oui.

172 PFP : Dans les ressources, j'ai oublié de lister une des ressources importantes c'est mes archives des années précédentes qui ont été constitué différemment c'est-à-dire que je pense à l'époque quand j'ai constitué mes anciens cours. Les ressources utilisées c'étaient pas la même c'étaient que j'utilisais beaucoup plus les manuels, beaucoup plus l'internet pour trouver les documents réalisés par d'autres enseignants. Je me suis constitué des archives en digérant plein choses et aujourd'hui, je reprends mes archives je le rédiger ah...Puis chercher dans les livres parce que dans les ressources à moi j'ai des choses qui ont été construite à partir de ce que j'ai trouvé dans les livres…Ché pas si c'est important ou pas. Et aujourd'hui je vois plus tros différence entre mes ressources utilisées en physique et en chimie. Avant par exemple : il y avait beaucoup plus en chimie de protocoles longs détaillés…alors en physique c'était beaucoup moins ça.

173 PFC : Alors, moi je vois une petite différence sur si je vais préparer sur des notions nouvelles que je maîtrise pas et dans ce cas-là je vais sur l'internet et c'est peut-être plus en plus pour la chimie que ça arrive parce que ben là fin… fin d'un programme de première S y a la nanotechnologie on a besoin de documents peut être qui traitent plus d'actualité ou... Alors qu'en physique comme les thèmes c'est un peu utilisé fin on enseigne... on enseigne, ouais on enseigne un peu fou parce que maintenant en

première S on enseigne bien aussi la physique quantique j'ai bien cherché aussi des ressources sur l'internet….ça va plus dépend de quel est le sujet ?

174 PFP : Ouais, je vois par exemple : Moi, je suis en seconde. Là, je suis plus première…sans l'autre si j'ai enseigné en première ou en terminale notamment…par exemple pour première j'aurais pas de mobiliser du tout les mêmes ressources. Là, je si en seconde, ça fait longtemps que je travaille sur la seconde je suis plus dans le recyclage et dans la [redigestion] de trucs autrefois l'essentiel de travail c'est un travail d'échange entre nous. On se fait passer chacun parce que chacun digère et redigère, on voit pas chercher forcement des trucs nouveaux parce que c'est passe à qu'il manque. On est plus comment on utilise le mieux les choses qu'on a rassemblé et si j'avais un nouveau programme à faire comme première S sans doute que…nous nourrirait ailleurs.

175 I : Quelles sont les ressources les plus utilisées en physique ? Et après en chimie ?

176 PFC : Qu'est-ce qu'on utilise les plus avec les élèves comme ressources… alors, ressources pour préparer des cours ou ressources mise à disposition les élèves ?

177 I : C'est les deux. Non, c'est après pour qu'est-ce que vous produisez ?

178 PFC : Qu'est-ce que je produis. Le plus c'est…

179 I : Les ressources pour préparer votre enseignement et après les ressources que vous produisez.

180 PFC : Ben, c'est des supports numériques. Moi, je regarde presque plus les manuels fin ce seconde j'ai ailleurs, je regarde jamais mes classeurs, je ne les regarde presque plus. Non, c'est des fichiers numériques qu'ils sont…très variés. Y a, je dirai répertoire avec des images, des simulations, des textes et je les regarde un peu...après je suis abonnée à des…à de…comment s'appelle, je suis abonnée à certain sites et donc, je reçois quand il y a des nouvelles productions sont mise en ligne. Je reçois tomate les productions voilà sur mon ordinateur la production.

181 PFP : Quels sites par exemple ?

182 PFC : Eduction, je sais plus il faut que je regarde le nom mes adresses.

183 PFP : Oooh…booofffff.

184 PFC : Je suis abonnée par exemple à univers sciences qui a un…qui a un site qui envoie chaque semaine quatre, cinq vidéos et donc je les regarde et si jamais ils sont intéressants ben je les archives pour pouvoir de les utiliser…Bon et alors ouais…C'était en physique et après en chimie ?

185 I : Oui.

186 PFC : Je vois pas la différence.

187 PFP : Moi, je vois pas la différence en plus.

188 PFC : En termes de ressources.

189 PFP : Moi pour l'instant l'essentiel de mes ressources : mes cours des années précédentes, ce que font mes collègues dans l'année, puis tout quoi ? Après c'est des…ouais. Après il y a des ressources ne spécifiquement disciplinaires des choses pédagogiques générales ah...Que j'utilise également pour la physique et la chimie ah... des bouquins d'histoire des sciences.

190 I : Oui.

191 PFC : Oui, oui.

192 PFP : Des bouquins d'histoire des sciences, j'utilise ça plus en physique mais en chimie aussi donc…Non, c'est pareil.

193 PFC : Pareil, oui.

194 I : Et pour tous ce que vous produisez comme ressources pour les élèves ?

195 PFC : Donc, est-ce qu'il y a des différences entre la physique et la chimie dans type de ressources données aux élèves ?

196 I : Oui, la préparation d'un cours, d'un TP en physique ou en chimie. Est-ce que vous produisez la même chose ? Ou…?

197 PFP : Alors, peut-être en chimie la seule différence que je vois, c'est que la plupart des choses reste un aspect commune la seule différence peut être en chimie on met plus l'accent sur un ensemble de pratique expérimentale à maîtriser ah... Du coup, on peut fournir plus de fiches méthodes sur comment allumer avec un benzène ? Comment faire une filtration ? Comment faire etc. ? Donc, y a…on a un ensemble de savoir-faire expérimentaux pour l'on crée des documents supports. Alors en physique, on serait plus dans des documents supports sur l'outil mathématique. Comment faire un changement d'échelle ? Comment utiliser les puissances de dix etc. Voilà, et ça comme différence entre les deux. Après le reste sur la façon de…d'introduire de cours de...de matérialiser, de type d'activité, les évolutions…ça, ça se constante. Ah... Il y a conduit des TP euh... c'est pareil aussi.

198 PFC : Oui, ça à peu près pareil ah... je me disais je fais plus de travaux à propos de la physique mais non parce que j'aime bien travaux à propos de la chimie avec mes affiches donc non je vois pas de... je montre à la fois de vidéos en physique et en chimie.

199 I : Des animations.

200 PFC : Des animations dans les deux. Donc, je mets à la disposition des élèves le même type de ressource ouais sur ce point-là y a pas de différence.

201 I : Comment ont évolué ces ressources dans la physique et la chimie? C'étaient comment dans le passé ?

202 PFC : Alors, avant c'était beaucoup plus des travaux pratiques presse-bouton. On donnait les consignes aux élèves et donc les élèves faisaient des choses une à une. D'ailleurs ils aiment bien ce genre de … de protocole mais ils comprennent pas le sens de ce qu'ils font.

203 PFP : En gros, c'est des recettes de cuisine quoi.

204 PFC : Et moi, j'ai l'impression d'avoir vraiment diminué la longueur de mes protocoles et maintenant y en a…pour certain y en a plus qu'une seule question. C'est faire ça, débrouillez-vous et je vous donne quelques docus.

205 PFP : Ouais, ça c'est la grosse évolution sur la façon de faire la pratique expérimentale en chimie…On a arrêté on est…on est revenue des… des longues recettes de cuisine. Ah…hum…voilà c'est l'évolution principale. Après en physique ben…après ce qu'il a changé plus en physique pour l'instant ça venu en chimie c'est là…en physique de travailler beaucoup plus maintenant sur les documents écrits, des textes…ah…et même de faire produire des textes aux élèves…de plus être juste dans des calculs des résolutions ah. Avant la physique c'était très beaucoup de calcul, des trucs calculatoires, des résultats obtenir, des équations à résoudre etc.… Ah, ça je me suis en train de me revenir et puis ah... En fait, ouais c'est ça avant chimie pour caricaturer ah…y avait essentiellement des gros TP cuisine. En physique des …off !

206 PFC : Calcul.

207 PFP : Hhh des…des gros déroulements calculs etc.…Ah... et puis à côté la chimie après et y avait des choses qui étaient pas forcément calculatoires mais qui étaient très des entraînements techniques sur équilibre une équation bilan ah et des choses qu'on a rapprenaient à faire mécaniquement et là, on…on essaie un peu de faire converger de deux approches c'est-à-dire de faire moins de… moins de protocole en chimie avec ressources sur des expériences un peu clé où il y a un gros travail d'élaboration de protocole lui-même. Et puis en physique aussi dans ah… un autre façon, un autre apport à un…à théorisation sur les expériences. Au final, j'ai l'impression qu'on a deux … démarches qui se rejointe qui redevienne un peu que fin !

208 PFC : Un travail beaucoup plus sur la démarche.

209 PFP : ça très ressemble beaucoup plus dans ce qu'on cherche à faire.

210 PFC : La démarche en science face à un problème scientifique.

211 PFP : Dans un cas c'est sur un problème de transformation de la matière dans l'autre cas dans le problème qui est plus dans la physique. La démarche reste plus commune entre les deux voilà.

212 I : Quels sont les manuels les plus utilisés en physique par vous ? Quels sont les manuels les plus utilisés en chimie par vous ?

213 PFP : Moi, aucun manuel. J'utilise pas de manuels.

214 PFC : Ben, moi, j'utilise oh cette année l'équipe a choisi d'utiliser Bordas physique-chimie seconde et physique-chimie première S. C'est eux que j'utilise en priorité parce que ce sont eux qu'ils sont demandés aux élèves mais même celui-ci je l'aime pas du tout !

215 I : Et avant c'était Bordas quand même ?

216 PFC : Non, avant on utilisait Nathan.

217 I : On va parler de programme : L'année dernière 2010-2011, de nouveaux programmes dans les sciences de la physique et de la chimie en classe de seconde ont entrés en application et cette année 2011-2012, des nouveaux programmes entrent en classe de 1S.

Comment des nouveaux programmes ont changé ? Qu'est-ce qu'il a changé dans les programmes ?

218 I : est-ce que vous voyez les programmes scolaires ?

219 PFC : oui, oui. L'intitulé des programmes ont changé ah…Avant, donc avant il y a six thèmes bien définis et maintenant on a trois thèmes en seconde (santé, sport et univers) qui sont des thèmes pluridisciplinaire physique-chimie mixtes…ah…Moi l'année dernière j'ai pas voulu tros renouvelé mes pratiques et j'ai changé l'ordre des chapitres fin. Je crois je je refais encore une chose comme je faisais pendant longtemps parce que je me disais que ça y aura et cette année j'ai vraiment changé ma progression et j'ai maintenant une progression vraiment mixte sur les concepts à… à travailler avec les élèves.

220 PFP : Mixte du point de vie la physique et la chimie notamment ?

221 PFC : Ouais.

222 PFP : ça marche plus les deux ?

223 PFC : Pour le moment ah. J'ai quand même il est là. Si je regarde trois chapitres vraiment chimie et deux chapitres vraiment physique parce que c'était ça si prêter un mouvement, un mouvement fin, un mouvement…Donc, là y a vraiment une séparation mais après sur le thème univers je l'ai vraiment des choses mixtes par rapport aux éléments chimiques et les spectres fin…Donc, ça justement on va faire une convergence. Alors avant, moi je faisais pas de distinction dans la classeur entre partie physique et partie chimie. Je sais que beaucoup de prof le font fin beaucoup je sais pas mais je sais certains prof le font et moi j'ai jamais fait ça. Donc, mes élèves ils mettent tout à la suite quoi…y a…y a pas partie physique partie chimie. Et toi, tu faisais avant le partie ? (cette question est posé à son collègue).

224 PFP : Alors attends c'est la question sur le programme ?

225 I : Oui.

226 PFP : Je peux te dire les parties que je fais. En gros, ils ont, ils vont avoir cinq portes vues différentes sur qu'en gros j'ai cinq parties dans le programme. La chimie c'est une des ces parties : un truc sur le mouvement, un truc sur les mesures donc qui contient la mesure appliquée en chimie ah... un truc astronomie puis un truc plus générale ah…Alors sur le programme…c'est quoi la question sur le programme ? En gros, qu'est-ce qu'il a changé comment s'adapter à ces changements ?

227 I : Ouais.

228 PFP : Ché pas pour le nouveau de programme de seconde sur...En gros, avant on avait essentiellement dans l'ancien programme de seconde c'était un catalogue de notions avec préambule des choses sur la démarche qu'on devait la démarche transversale et la démarche scientifique qu'on devait passer aux élèves. Les nouveaux programmes, on retrouve encore la catalogue de notions, les notions qui sont oh c'est-à-dire à peu près comme avant y a pas de changement très forte. Par contre, c'est la façon de...de les ressembler et les thèmes sur laquelle faire vie. Donc, les entrées thématiques et alors, moi quand le changement de programme alors. J'ai pas pris le découpage thématique parce que il ne me convenait pas, il ne correspond pas de ce que j'essayais de faire. Et quelques part, je dirais avant ah l'ancien programme je le respectais plus tros et je respecte euh... Et du coup, je restais ma logique à moi sans ah profiter de changement de programme ah…

229 PFC : Moi, je voudrais rajouter quelques choses sur le nouveau programme y a l'aspect récursivité des notions c'est-à-dire on les voit...ah si on veut un peu voir une première fois puis ensuite revoir et les approfondir etc... Et ça que quelques choses que j'essayais de faire cette année et qui marche de travailler une notion sous différents ans en essayant petit à petit de creuser de la...et de l'approfondir.

230 PFP : Oui, y a des aspects dans...des aspects sur la façon traiter un programme ah…dans l'ancien…qui apparaisse dans le nouveau programme que moi j'avais l'impression d'avoir un peu anticiper dans ma façon traiter l'ancien programme et c'est pour ça que le nouveau programme qui est arrivé. J'ai pas eu l'impression de changer parce que j'ai l'impression qui y a de choses que j'avais pas anticipé un petit peu voilà mais ah...ouf moi, ma façon quoi.

231 I : Quelles sont les évolutions les plus importantes dans le programme de physique ?

232 PFC : Et après ça sera les évolutions les plus en chimie ?

233 I : Oui.

234 PFP : Ché pas cette idée de...d'articuler justement physique-chimie à travers du thème sur l'univers ah...C'est un peu ça qui est nouveau dans la façon structurer des choses au niveau thématique c'est il y a une volonté de mélanger la physique et la chimie.

235 I : c'est en seconde ?

236 PFP : Voilà.

237 PFC : Là, on compare l'ancien programme et le nouveau programme ou les vielleux programme de…d'y a dix ans ?

238 I : Non, c'est

239 PFC : Les programmes 2000 et le programme 2010.

240 I : et le nouveau programme.

241 PFP : Oui si, je vois ça ah entré thématique mélange un peu qui croise un peu les deux disciplines.

242 PFC : On demande de faire de choses moins ah... moins calculatoire c'est vraiment... par rapport à l'ancien programme y avait toutes les parties sur le sens et tout cela ils ont bien dite c'était pas le terme de problème et de… de construire un cursus scientifique solide et ah... utile aussi.

243 PFP : Ah.

244 PFC : C'est valable aussi bien en physique et en chimie. Je trouve… je vois pas tros non plus là-dessus de différence parce que pareil le tableau d'avancement disparait en seconde qui était un outil calculatoire pour je pour donner des sens liés… ah plus des…

245 PFP : Oui si, c'est tous. C'est à peu près la seule différence après euh !

246 I : Quelles évolutions cela a entrainé dans vos ressources physique/chimie ?

247 PFC : Moi, je...dans...dans la classe seconde mes données dans mon ordinateur par exemple : j'ai plus... avant j'avais quand même une partie ah...fin des parties physique et chimie et là j'ai tout mélangé pour que ça s'adapte au...à ma progression.

248 I : D'accord, oui.

249 PFC : Ah après... après c'est juste une histoire de réorganisation. Après les ressources en tant que telles euh. Si je crois que j'ai plus ça peut-être des quelques choses personnelles. Je…j'essaie de développer l'esprit critique euh par rapport à la science dans la vie de tous les jours. Alors, c'est le programme nous y encourage un peu mais c'est moi aussi personnellement je…je je trouve c'est important et donc je j'ai plus avec…grâce au nouveau programme et son renouvellement j'ai peut-être plus cherché des ressources. Voilà la science là maintenant c'est quoi.

250 PFP : Moi, ça a pas changé grandes choses le changement de programme.

251 I : Voyez-vous des difficultés, des problèmes concernant pratiquer des nouveaux programmes dans votre enseignement en physique? Dans votre enseignement en chimie ? Lesquels ?

252 PFC : En seconde non. En première oui parce que comme ça un nouveau programme y a certaine trucs oh il faut que je découvert quoi.

253 I : En seconde par exemple l'année dernière même il était nouveau programme.

254 PFC : La question c'était quelle sont?

255 I : Les difficultés.

256 PFC : Les difficultés. Qu'est ce qu'on a rencontré comme difficultés ?

257 I : Oui. Dans le TP par exemple.

258 PFP : Ché pas faire de coller les choses avec les thèmes.

259 PFC : Ouais.

260 PFP : Moi...

261 PFC : Moi, l'année dernière si j'avais des difficultés parce que j'ai choisi une progression la progression en fait du livre ah fin ché je sais pas qu'est ce qu'il y a dans la tête et qui est complétement absurde. J'aurais jamais dû faire ça parce que ça commence par des choses très dures. Alors, je ne sais pas s'il faut masquer les difficultés mais je pense si on commence par des choses plus simples les élèves s'allument en confiance donc pour pouvoir aborder la suite. Donc, difficulté de... comme justement y avait un programme on est libre de choisir dans quel sens on a abordé la notion puis que les notions paraissent à la pleine endroit ben on est libre dans la progression et donc on trouvait une qui nous corresponde et qu'on aime c'est pas assez évident. C'est ça que moi je trouvais compliqué après et après le cœur de difficultés c'est plus dans quelle situation que l'élève réellement construise quelque chose ? Et pas simplement assiste.

262 PFP : Ouais, c'est ça le cœur de la question qu'on s'est posé euh...ah...je dirais ça c'est un peu indépendant du programme dans le sens où les euh les notions importantes, les trucs clés…y a y a y y avait rien fondamentalement nouveau, au niveau conceptuel c'était toujours les mêmes mise en jeu. Ah... il est et les problèmes qu'on suppose c'est...c'est donc, comment travailler ces…ces notions, ces concepts pour ah des faire en toucher du doigt pour élèves ? Y aura une des difficultés pour le programme en ce qui concerne ce serait justement de voir comment scénariste tout ça dans l'année ? Pour ça rentre l'injection de faire des thèmes... les trois thèmes proposés : science et sport, médicament et ah et de l'univers. Bon, moi, j'ai fait le choix de ne pas me contraindre là-dessus. C'est-à-dire de pas respecter cet entré thématique et du coup ça m'a fait une difficulté en moins…voilà.

263 I : Et dans l'application de la démarche d'investigation en seconde ?

264 PFP : Ben, ça c'était des euh... c'était des problèmes qu'on se posait déjà avant. Donc, ça pas être nouveau pour cette préconisation. On a déjà commencé à réfléchir à comment développer de cette démarche donc euh mm on a...

265 PFC : moi, je faisais déjà des TP topes qui…c'est l'ancêtre dans la démarche d'investigation où justement c'est des TP avec juste une phrase comme un intitulé et donc, voilà le le... La ça c'était un peu l'officialisation c'est vers ça qu'il faut tendre d'un point de vue démarche. On n'a pas…on n'a pas tros oh tros de changements mais…mais je pense c'est peut-être propre aussi à l'autre… off.

266 PFP : oui, mais c'est parce que... ça fait…

267 PFC : on irait dans une autre lycée où ils sont voilà...ils sont beaucoup plus dans leur habitudes les ou ils sont peut-être moins ah ils se posent peut-être moins de question pédagogique. Je pense ça peut être un peu inversement.

268 I : Je vais parler de l'enseignement du spectre et de la spectrophotométrie toujours sur les ressources et le changement de programme. Quelles ressources utilisez-vous pour préparer l'enseignement du concept du spectre en seconde (physique) ?

269 PFP : Bon alors, moi, je... c'est un chapitre que j'ai pas fait depuis deux ans c'est-à-dire que ça faisait partie de mes euh mes impasses par manque de temps. Ah, je l'ai abordé ah… les deux... trois

ah... deux ça se trouvent. Ah voilà, Il était sacrifiait alors pas parce que c'est un chapitre qui me plaît pas c'est un chapitre qui me plaît bien j'aime l'histoire du spectro tout ça ah je trouve ça intéressant ah j'avais jamais tros trouvé jusqu'à présent une façon satisfaisante de l'aborder avec les élèves dans l'optique dans les questions qu'on se pose ah…démarche d'investigation tout ça produire du sens au concept en bref ah... donc, moi, j'ai...j'ai... j'ai archivé ce que je faisais les années d'avant avec pas mal de documents : des spectres, des illustrations colorées des euh des textes d'histoires des sciences, etc. Donc, j'ai gardé tous les supports qui pouvaient me sembler potentiellement intéressants me disant qu'un jour rechercher de façon de le vivre en classe ah et jusqu'à présent j'ai encore jamais tros l'occasion de…d'aller jusqu'à bout de ça. Euh, y a que cette année et j'ai l'attention de... de remettre en avance de ce chapitre…parce que par rapport au programme de première S ça d'être importante que je vais réutiliser toutes ces ressources qui pour l'instant sont archivés.

270 PFC : Moi, je l'ai fait ah plus au moins ah plus au moins ah profondément part mais j'ai quand même traité des spectres sur les dernières années. Alors, j'ai des ressources c'est pareil ah…c'est des compilations de...y a tous y a...y a des documents y a des illustrés de sciences que j'ignorais quoi. J'ai des TP euh fin voilà. J'ai plein de choses sur les spectres hhh ça c'est mes ressources alors…Je l'ai pas fait depuis longtemps mais dans cette année j'ai pas fait encore le spectre alors je vais bien raconter de ma démarche comment comme je vais préparer le cours peut-être plus ça.

271 I : D'accord.

272 PFC : La première chose que je fais si je vais regarder mon grand tableau que j'ai fait au début d'année qui consiste à c'est mon tableau récapitulatif des objectifs et le spectre je vais le traiter normalement ah là là ici éléments et lumière peut-être dans le thème que je fais la lumière…et je vais regarder les machins que fin. Quelles sont les objectifs que je...que je recherche qu'elles sont classé là ? Et donc, quelles sont les activités qu'il faut que je mette en ouvre pour atteindre ces objectifs ? Voilà déjà ça ensuite …ensuite comment je vais construire mon cours ? Quelles ressources que je vais utiliser ? Ché pas. Quelles ressources que j'utilisais mais là...là quoi comme il faut donner les ressources ?

273 I : Oui.

274 PFC : Il faudrait donner des exemples ?

275 I : Oui, oui.

276 PFC : Alors, je peux faire un tri sortir celles que je trouve qu'elles sont bien...

277 PFP : Bien, hum…

278 PFC : Je peux faire ça ah. Alors, qu'est-ce que…mais ça c'est mieux…

279 PFP : Alors, moi je vais le dire … le mémoire de mes ressources en attendant ah…donc, y a un livre il s'appelle « le roman des éléments ». Donc, l'histoire de la découverte des éléments avec les techniques de spectroscopie. Donc, dans lequel je vais essayer de trouver des extraits qui permet de…d'illustrer en quoi la spectroscopie était utilisée pour les chimistes pour découvrir les nouveaux éléments etc.,….ah…j'ai des protocoles expérimentaux sur la production spectre notamment ah des spectres de flamme ah...Donc, pour faire toute la partie expérimentale pour observer des spectres ah avec les spectroscopes avec...ah…matériels qu'on a ah…j'ai toutes les euh tous les documents sur l'astrophysique que j'aurais gardé justement les années précédentes où y a pas mal de choses qui sont communs avec Nicole. Donc, des spectros fin, des illustrations avec plein de spectre d'étoiles … des…des petits docs d'activités sur ah...justement...voilà, pour ouf c'est des exercices qu'on peut trouver dans les bouquins qu'on trouve circuler qui étaient produits par le...le CLEA à la communauté liaison enseignant astronome ah donc sur comment faire un peu des astrophysiques avec les élèves ? Alors, des documents qui sont pas utilisé à la plan telles quelles parce que je trouve pas satisfaisant mais l'idée c'est de…de ce sont inspirées pour en inventer de nouvelles choses….Je sais pas quoi ? ah…

280 PFC : Moi, si je reprends.

281 PFP : Oui, c'est ça.

282 PFC : Je reprends plusieurs documents. Donc, ils sont des articles... alors c'est ça finalement sur l'espace oui sur l'espace sur la couleur des étoiles ah comment oh ? Celui-là je...je l'ai gardé c'est parce que je le trouve très bien voilà « quand les étoiles à vous » ? Voilà et donc, je pense qu'on photocopie ah des parties…après il faut ouh... voilà donner à la disposition des élèves. Y a celui-ci aussi qui est bien qui est de même genre de [quelle mes étoiles] et puis j'en a...y'en a troisième que j'amenais à la revue de...que j'ai déposé quelque part (elle cherche de document). Une autre vie qui est aussi ah ben voilà sur « Les étoiles on leur doit tout » qui est aussi et je pense …ça ça sera un gros travail de…de…d'étude...étude article documentaire intéressant. Y a toute une partie sur le spectro…ouais, ah...y a là…y a là ah…la longueur d'onde, rayon X…voilà quand les étoiles là vous de toute façon ils recyclent leurs articles. Donc, ça c'est les ressources documentaires de base. Après, j'ai une annoncé de TP qui est un peu vielleux mais qui est pas tros mal que je pense que je peux réadapter qui est : regarder plein de spectre différents des placés euh…provenant de lampe ouh de sources différentes….ah, moi j'avais pas fait celui…là, j'avais fait celui qu'il est là. On le redonne plein de source de lumière ils dessinent les spectres...Et ça ça permet de déjà de placer les spectres de voir que y a deux grandes catégories de...de spectres....

283 PFP : Oui, moi j'ai l'équivalent au moins une grande quantité mais ça me ressemble.

284 I : Oui, mais y a un petit peu de différence.

285 PFP : Alors, moi j'ai moins de…j'ai moins de ressources documentaires ah…sur l'astrophysique ah… et truc contemporaine donc ah…ça reste des choses que j'aimerais bien à voir. Je me demande à me servir Nicole ah... j'ai plus de truc peut être d'histoire des sciences sur comment…comment on a découv…comment on a…la première d'identification l'hélium dans soleil des euh…des documents historiques.

286 PFC : Tu vois un truc qui est bizarre c'est comme moi, j'étais faire plus de trucs de physique, ou là…. Et toi, tu as le roman des éléments en chimie.

287 PFP : Hhh !

288 PFC : Alors que moi je l'ai lu ce livre là.

289 PFP : C'était pas baissier.

290 PFC : ça m'a pas ! Je le trouve...

291 PFP : je t'a pas fait une forte impression ! Ouais, alors, moi le roman qu'il m'a fait une forte impression !

292 PFP : Tout ça sur les spectres.

293 PFC : Non, non…

294 I : Quelles ressources produisez-vous pour enseigner le spectre ?

295 PFP : Sur là-dessus ?

296 I : Oui.

297 PFC : Ah, ben c'est des supports euh, soit des documents soit des annoncés de TP, soit des diaporamas simplifiés qui montrent justement mais qui ont les spectres.

298 I : Quelles sont les plus utilisés par vous ?

299 PFC : Ben, fin les trois !

300 I : Les trois ?

301 PFC : Ouais.

302 I : D'accord.

303 PFC : Pas c'est quand même plus le support papier, des diaporamas. J'en fais pas souvent mais je pense que pour le spectre fin. J'en ai au réserve. Donc, je reprends le diaporama, je simplifierai en fonction de ce que je vais montrer aux élèves.

304 I : Et vous ?

305 PFP : Bouf ! Ben moi, la dernière fois que j'ai enseigné hhh… c'était pareil quoi ? C'est que j'avais des fiches TP ah…des résumés de cours…ah des spectres ah imprimés sur un document sur quel cas fallait relever la longueur d'onde ? Des hum, des petits spectres colorés à découper, quel est le bon gaz ah en fonction la lampe ah. C'est tout quoi ? Voilà et pour l'instant je me pose la question de qu'est-ce que je produis cette année ? J'en sais rien.

306 I : A quels moments vous enseignez le spectre ?

307 PFC : Moi, on suit pas la même progression ah…Donc, c'est la semaine dix ça fait à peu fin ! Y a …y a. En gros, y a deux semaines par thèmes. Donc, j'en suis là en sauter février.

308 PFC : Février, mars ou à peu près.

309 PFP : Moi, je pense ça viendra à peu près au même moment de toute façon ah. Là pour l'instant sur la fin d'année moi je peux faire des choses dans un ordre très…très variable et je pense que je…je vais me caler un petit peu pour...pour pouvoir pour qu'on réfléchisse ensemble un moment.

310 I : Comment c'était dans le passé ce que vous produisez ? C'est la même chose ou y a une différence ?

311 PFC : Une différence.

312 PFP : Y a une différence.

313 PFC : Ah, alors y avait des choses intéressantes sur le spectre je …là… Intéressante. Y a un TP. Moi, j'aimais beaucoup que j'ai pas c'est celui sur hum spectre d'une étoile astrophysique ah spectre en astronomie et ça je sais je l'ai pas fait l'année dernière parce que par manque de temps. Donc, au finale ils ont des spectres de soleil. Ils doivent déterminer ah….quels sont les éléments présents dans l'atmosphère du soleil ? Et donc, le soleil c'est une étoile de quel type ? Et donc, elle a quel âge ? Donc, ça…j'ai trouvé ça faisait une progression intéressante. Les élèves aimaient bien aussi parce que ça ah…ils comprenaient des choses fin. C'était très riche d'un point de vue scientifique. Alors, cette année j'aimerais vraiment faire.

314 I : Oui.

315 PFC : Mais bon on verra. Après ça a beaucoup changé les ressources ah dans le sens…ouh c'est pas … mais elles permettent plus fin, plus de travailler le cœur des choses. Je... je trouve plus. Essayer de faire en sorte que l'élève réfléchisse plus.

316 PFP : Y a un problème, il se pose le problème, il élabore, il cherche à construire la ah la réponse à ce problème. Et pour résoudre ce problème il a besoin de construire les connaissances qu'on vise. Ah…puis je me rajouterai ah…faire le lien justement entre …ah, cette activité de construction du savoir qu'on fait propose en classe et là…ah, l'histoire des sciences sur comment ? Sur savoir là au moment d'histoire où était construit pour ah…par l'humanité. Donc, ah...donner des éléments d'histoire des sciences ah…à travailler en classe. Ah... moi, en gros, donc, ça fait trois ans que je fais plus de partie sur le spectre parce que je me suis concentré sur le reste pour essayer...essayer de faire avancer sur le reste ah…cette année je vais essayer de faire sur le spectre ce que j'ai essayé de faire les années précédentes sur les autres parties du programme. Euh, en fait je m'aperçois les ressources que je vais utiliser c'est les mêmes. C'est-à-dire tous que j'avais accumulés les années précédentes sur le spectre, j'ai tous gardé dans un coin, je sais que je les reprends. En fait, je vais réutiliser les mêmes supports, les mêmes documents, les mêmes situations expérimentales etc., mais par contre, je vais pas le…le mettre en scène à la même façon à la classe. Je vais pas le vivre de la même façon. Euh….ma question cette année comment je vais vivre tous ces trucs sur le spectre ? Pour l'instant je sais pas. Mais en essayant m'inspirer tous ce qu'on a développé pour les autres parties de programme. Donc, là cette année ça va être un peu ah…alors, en gros, je vais essayer de réinventer ah... essayer de réinventer ah...ensemble…un chapitre ah…de faire sur le spectre ce qu'on a ah plus au moins réussir à faire sur d'autres parties du programme qu'on a appris à faire sur d'autres parties du programme. Maintenant, j'aimerais bien arriver à faire la même chose sur le spectre.

317 PFC : Euh, ce qu'on essaie de faire sur ce pratique de programme c'est peut-être pas tant le changement programme…ah, c'est le changement de programme qui nous se pousse, c'est plus nous notre équipe ah… un autre et notre rénovation pédagogique hhh de nos pratiques.

318 I : Quelles ressources pour préparer l'enseignement de la spectrophotométrie et la loi de Beer-Lambert ?

319 PFC : Alors, là j'ai amené ce que j'ai fait…voilà, j'ai commencé ah…est-ce que j''ai commencé par donner ça. Je crois qu'oui. En fait, non. Je ….j'av…y avait un truc avant avant avant la loi de Beer-Lambert. Y avait un TP mais j'ai pas amené….parce que j'ai pris que la chimie. C'était un ou y avait des spectres de lampes différentes.

320 I : Ouais.

321 PFC : Donc, en première ah...euh, là y avait aussi des lampes un peu un …fin. Y avait des Dels par exemple : j'avais mis alors que ah…les…les Dels là ne faisaient pas en seconde avant et là je les ai mise pour faire des liens avec la technologie moderne. Et donc, il…il y avait des spectres d'émission de lampe et là donc, je…la première chose que je suis une activité où ils ont une spectre d'absorption et la première difficulté c'était comprendre que c'était pas un spectre d'émission mais un spectre d'absorption.

322 I : Spectre d'absorption ouais (A=f(λ)).

323 PFC : Ils arrivent à comprendre que là y a où il y a la basse. Voilà donc, là c'est des euh... c'est des euh, c'est un cours en fait et en lien avec ce qui avaient avant et puis une activité simple exploiter le… graphique. Euh, donc, là on dite si un spectre fin…y a deux spectres d'absorption et si on mélange les deux qu'est-ce qu'il passait ? Et avant, je crois c'est avant ça…avant ça j'ai fait un TP de livre parce que exceptionnelle hhh c'est TP là, il était bien qui était euh le TP bleu brillant. Alors, voilà dosage de bleu brillant. Donc, ouh on leur remonte la boisson, et le but trouver la quantité colorant présente.

324 I : Oui.

325 PFC : On leur met à disposition une solution ouh aqueuse qui a une certaine concentration. Donc, ils doivent fabriquer de solution étalon.

326 I : Oui.

327 PFC : Alors là c'est un TP qui est guidé ah… c'est un TP où ils ont pas réfléchi à la démarche. On leur dit : vous faites ça, vous faites ça, vous faites ça. Et ensuite, vous mesurez l'absorbance avec le spectrophotomètre. Bon ben, ils ont là…..ils font la courbe d'absorbance.

328 I : Sans faire le spectre au début ou ?

329 PFC : Sans faire le spectre. Ah….ppp.

330 I : Pour préciser la longueur d'onde optimale ?.

331 PFC : Ah…oui si ils font le spectre avant.

332 I : Ouais.

333 PFC : Ils font le spectre avant oui.

334 I : Ouais.

335 PFC : Donc, c'est là on se place ah….avant ensuite à la longueur d'onde optimale.

336 I : D'accord.

337 PFC : Oui, deuxième graphique, on trace là.

338 I : L'absorbance avec…

339 PFC : La loi de Beer-Lambert. Ils constatent que c'est proportionnel.

340 I : Ouais.

341 PFC : Donc, ensuite le cours suivant on l'institutionnalise. On leur dira c'est proportionnelle et puis … voilà…fin, répondre aux questions. Voilà…loi, voilà la…la ressource que j'utilisais quoi.

342 I : D'accord, ouais.

343 PFC : Classique mais que...qu'a…c'est bien marché puis pour les élèves c'est logique…que … qu'on puisse se concentrer pour l'absorbance va l'écran là-dessus. Sur ce système là j'avais fait l'année dernière ah.

344 I : L'année dernière la spectrophotométrie enseignée en ?

345 PFC : En OMPS ?

346 I : En terminale S ?

347 PFP : Non.

348 PFC : Non, c'était l'année dernière une option OMPS option en seconde, option méthode et pratique scientifique. J'avais fait ça ah là je peux te le donner donc, c'est des élèves de seconde qui étaient du niveau ouh pas très élevés mais bon hhh ils ont tout à fait réussi à faire quoi. Ils avaient des documents ah mis à leur disposition ah et puis, ils avaient qu'à se débrouiller ah…y a peut-être y en a…y a petit truc sur le spectre non, non. Je crois, je leur, je leur donnais ça. Ils doivent ah...ben comprendre comment faire mettre point le protocole et faire le...oui, ah…le...se débrouiller. Je leur disais à quelle longueur d'onde se plaçait je crois ! Ou c'est pas dit je disais à l'orale.

349 PFC : Est-ce qu'on répond à la question ? Est-ce qu'on répond aux questions ou pas ? Est-ce que c'est ça qu'il faut bien ou pas ?hhh.

350 I : Oui, c'est ça.

351 PFP : Moi, j'ai pas enseigné la spectrophotométrie ah... En profit de nombreuses années en terminales spécialités voilà !

352 I : Vous enseignez la spectrophotométrie ?

353 PFP : Je l'ai enseigné y a…ouf ché pas.

354 PFC : Y a quatre ans ter... terminale ?

355 PFP : Quand j'avais des spécialistes en terminale ah...

356 PFC : Ah, oui.

357 PFP : Pas longtemps, j'avais fait un peu de spectro...C'est vielleux.

358 I : Comment le changement de programme a impacté sur vos ressources pour enseigner du spectre et après la spectrophotométrie ?

359 PFP : Le spectre en seconde notamment ?

360 I : Oui.

361 PFP : Moi, ça peut être y en a : un impact dans le sens sur un peu les histoires de spectre au cœur de…ouh. Le nouveau programme, il fait les liens entre la spectroscopie et la chimie ah…l'univers ah...voila, et puis peut-être la notion d'onde aussi, ça c'est un truc je voulais dire tout à l'heure là j'oubliais sur que dans…ce que je vais essayer de faire cette année non seulement je… donc, je reprends ce qu'on faisait sur le spectre, revivre le lien entre l'astrophysique comment faisais autre fois ? Essayer de faire le lien avec la chimie sur ah l'identification des éléments et l'histoire de la découverte des éléments mais à mon avis, y a un enjeu en seconde là ah à présenter un modèle simple de ce qui est une onde en générale qui ça c'était pas à l'ancien programme c'est un peu présent dans le nouveau programme et ça une euh…idée…qui euh me plaît. Donc, quand j'essaie de faire le spectre, je vais essayer de…ouh pas juste dire voilà on a un spectre ça permet d'identifier des éléments parce que avant c'était ça. On disait en gros, on a un machin, il s'appelle un spectre cherche, qu'est-ce qu'on sait ? Ça permet d'analyser la lumière euh ça permet d'identifier des éléments à distance pour savoir la température d'une étoile. C'était ça un peu qu'on rencontrait avant…ah, ouf…là. A mon avis ! L'enjeu en seconde et pour la première S…c'est d'arriver à donner aux élèves un petit modèle de c'est quoi une onde ? Notamment un sonore lumineuse ah…qu'est qui y a commun, quand on parle du concept d'onde ? ah…et puis après euh…réutiliser la spectroscopie comme un technique expérimentale…d'investigation ah...expérimentale qui est assez puissante et donc, faire les liens avec ses applications mais ah…ses applications chimie, ses applications astronomie mais encore une fois après, je sais pas, j'ai pas eu passer non plus deux mois

hhh...ce...ce chapitre là mais voilà j'aimerais arriver à vivre tous cela dans ah…dans mon cours je pense ça corresponde à l'esprit du nouveau programme. Je sais pas ce que je vais en faire.

362 PFC : Je sais dans l'ancien programme ah…la...la progression classique c'était faire d'abord la réfraction et ensuite faire le spectre le le...l'étude du prisme amenant à au au…au spectre et lors d'une journée de formation sur ah…sur le nouveau programme de première S. le …l'inspecteur nous a fait : il faut plus faire (réfraction, spectre), il faut faire dans l'autre sens (spectre et donc réfraction). C'est euh bon. Après avoir réfléchi au … à ce qu'il nous a sorti comme évidence ah... Je je je crois fin. Je je pense les aborder de manière séparé ou être faire le lien entre peut être après cours. Mais je pense quand même la réfraction !

363 PFP : C'est encore dans le programme ces histoires là pour…?

364 PFC : Oui.

365 PFP : Sur la lumière et ah...réfraction et trucs comme ça ?

366 PFC : Oui, oui.

367 PFP : Bouf…hhh !

368 PFC : Je pense d'abord là fin. Je pense faire toujours de manière…

369 PFP : Ah ouais, ça c'est ces trucs hhh j'avais déjà avant donné largement à l'époque de l'ancien programme euh…je.

370 PFC : Et même réflexion totale dans le nouveau programme…réflexion totale sur dans une onde pour faire… !!

371 PFP : Bouf, ouais.

372 PFC : hhh.

373 I : Et pour ah...la spectrophotométrie c'est la même chose…la spectrophotométrie dans cette année c'est en première S.

374 PFC : Et en terminale avant. Ouais c'est la même chose ? La spectrophotométrie c'est la même chose. Par contre, les spectres en première S eux là, c'est euh…c'est beaucoup plus dure fin ça correspond est ce qu'on faisait sur le spectre en terminale avant avec les euh.

375 I : La spectrophotométrie ?

376 PFC : Non, pas la spectrophotométrie, les spectres.

377 I : Oui, oui en première S.

378 PFC : Donc, les euh...Interprétation des spectres d'émission et d'absorption avec la physique quantique.

379 PFP : Terme du niveau d'énergie.

380 PFC : Voilà, oui terme le niveau d'énergie.

381 I : Oui.

382 I : Quelle démarche utilisez-vous dans le TP (TP classique, démarche d'investigation..) ?

383 PFP : Démarche d'investigation …pour aller vite !

384 PFC : Moi, principe fin. J'essaie de faire la démarche d'investigation en première mais je fais parfois des TP classique en première…ou justement on fait l'analyse fin…là j'ai fait par exemple des TP de chimie orga ah…ils peuvent pas...ils peuvent pas tous seuls trouver le protocole quoi. C'est pas possible de faire une synthèse donc là, c'étaient des TP cuisine mais après ils réfléchissaient au bien fonder de pourquoi on…? Il y aurait fallu. J'aurais plus leur faire je pense leur faire … leur faire concevoir le protocole mais ils doivent que je passe de temps avant fin une heure avant pour réfléchir pourquoi, comment on va faire et pourquoi?

385 I : Et maintenant c'est dessiner deux schémas : pouvez-vous me faire deux schémas un pour la physique et l'autre pour la chimie qui montrent comment sont organisées les ressources que vous utilisez pour organiser votre enseignement en physique et celui en chimie ?

386 PFP : Toujours d'aujourd'hui ?

387 I : Oui.

388 PFP : Organiser…

389 PFC : Comment sont organisées les ressources en physique et celui en chimie ?

390 PFP : En générale ?

391 PFC : En générale ?

392 PFP : Ou en lien avec ces deux chapitres ?

393 I : Oui :

- **Notez avec des couleurs, ou une autre façon que vous trouvez commode, les ressources qui sont plus particulièrement utilisées pour la mise en place du spectre et la spectrophotométrie ;**
- **Mettre en relation également dans ces schémas les ressources et les activités qu'elles soutiennent ;**
- **Distinguez sur ces schémas les ressources qui ont été utilisées jusqu'au mois de juin 2010 et les nouvelles ressources intégrées cette année 2011 et l'année dernière.**

394 PFC, PFP : oooffff !

395 PFC : C'est...c'est ...c'est des poulots ah!

396 PFP : Il faut une heure-là ah pour faire tout ça !

397 PFP : C'est où ça ? C'est tous ça ?

398 I : Oui, jusqu'à là...oui.

399 PFP : Je réfléchie en ah !

400 PFC : Donc, celui en physique c'est pour les spectres.

401 I : En fait.

402 PFC : Ah, non, non là c'est en générale.

403 I : Oui, en générale et ensuite

404 PFC : Et ensuite, je rajoute le spectre ?

405 I : Oui.

406 PFC : En générale.

407 PFP : Alors, deux schémas…qui montre les ressources que j'utilise qui montre les ressources que j'utilise.

408 PFP : Euh....organiser…Alors…Bon, voilà ah pour les spectres…thhth…Bon en physique en chimie y a pas de différence ah…Voilà je suis désolé pas de différence même schéma « physique et chimie » ça va ?

409 I : Oui ça va !

410 PFP : y a pas de différence euh…pour les spectres ah…il faut les ressources pour enseigner le spectre. Les ressources et les activités qu'elles soutiennent ooh….Alors pour le spectre…l'année précédente illustration ah…Astrophysique ah…Protocol…Les activités qu'elles soutiennent ?...Les activités euh…Ah, le problème j'en sais pas ce que je vais faire ? Donc !

411 PFC : Qu'est-ce que tu aimerais faire ? hhh

412 PFP : Ah...donc démarche d'investigation en pratique.

413 PFC : Ah, oui quand même.

414 PFP : Expérimentale avec ah...observation.

415 PFC : Moi aussi, j'ai montré déjà des animations bonnes…Bof, bof organisation les ressources et les activités qu'elles soutiennent.

416 PFP : Donc, je te vois hhh ton schéma hhh mais elle est un peu pauvre mais voilà !

417 PFC : J'ai pas fini ah, hhh.

418 PFP : Bon, après les liens ah…Ouais, tout ça c'était lié oup !...Ché pas je peux les...l'expliquer éventuellement …ah… pas de …il faut marquer pas de nouvelle ressources…Voilà.

419 I : Merci !

420 PFP : Là là des chiffres.

421 I : Le noir concerne ?

422 PFP : Le noir c'est mes ressources les…c'est mes ressources en générale.

423 I : Le vert concerne le spectre ?

424 PFP : Le vert c'est les ressources spécifiques sur le spectre…Et en bleu, c'est les pistes d'activités que j'aimerais arriver à construire ah…sur ce chapitre sur le spectre…à partir de...ces différentes ressources quoi !

425 I : D'accord.

426 PFP : Là, alors en gros ça c'est ah...pour l'essentiel de mes ressources c'est mes archives des années précédentes….. Ah les vieux classeurs etc., discussions avec mes collègues parce que les collègues me donnaient donc c'est les mêmes types de ressources hhh c'est document cours fin. Bulletin de truc dont je m'inspire en euh...en les réalisant.

427 I : D'accord, oui.

428 PFP : Ah, et donc là…j'ai tous mes tous ce que j'avais les années précédentes sur le spectre. Voilà ah et tous ce que j'avais les années précédentes c'étaient une grande partie aussi des choses par exemple que Nicole l'avait faite que j'avais pris voilà. Je les ai mis ensemble parce que c'est… c'est difficile de les distinguer ah alors, y a des ressources que j'utilise d'habitude c'est pas mal de chapitre, c'est les productions des élèves des années précédentes. C'est-à-dire quand les élèves, ils produisent des trucs, ils écrivent, ils font des fiches etc.,… j'essaie d'en garder une trace comme ça. Quand j'ai… cours à préparer je me [reblanchi] là-dans, je vois qu'est-ce que les élèves produisaient, je réfléchie à partir de ça. Sur le spectre, j'ai pas ça parce que quand je faisais le spectre avant j'ai pas gardé, m'a intéressé pas à ce que les élèves produisaient.

429 I : D'accord.

430 PFP : Donc, je n'en ai pas ah…alors, y a des discussions avec les collègues c'était le rôle des docs qui peuvent donner. On a ça c'est peut-être intéressant. La discussion au final qu'est-ce qu'on... qu'est-ce qu'on peut être faire, les objectifs qu'on veut atteindre ah et donc ça intervient pas mal dans la conception de cours mais…donc, soit la définition des objectifs. Alors, après j'ai rajouté à côté de ça les ressources documentaires c'est-à-dire que au-delà des…au-delà des euh. Ah au-delà de documents cours en fait ce qui est surtout intéressant de récupérer c'est ça j'aurai envie de récupérer encore sur le spectre, c'est des euh…des textes, des illustrations, des articles, des revues ah à utiliser telles quelles avec les élèves comme matériaux et puis, enfin la dernière ressource c'est ce que j'ai appelé « les dispositifs » c'est-à-dire des euh…au-delà de la contenu qu'est-ce qu'on met en place dans la classe pour faire travailler les élèves euh…y a des dispositifs qu'on peut aller chercher dans d'autre matière ou dans d'autre chapitre. Ah...et on dit ben tiens je vais travailler cette question avec quelles ressources et avec quel dispositif voilà donc, y a différentes types de ressources et donc, ah pour le spectre fin…je sais pas du tout encore ce…de quoi je…pour m'inspirer. Et donc, je vais essayer de faire avec tout ça. Ben des activités avec des démarches d'investigation qui ont partie expérimentale on...ah observer des spectres de lampe, de flamme ou des spectres sous forme document pour en astrophysique ah…Des documents des textes d'histoire des sciences essentiellement on de…d'exposition de connaissance fin par exemple pour l'astrophysique aujourd'hui etc., des documents qui servira à faire des synthèses de cours. En gros, qu'est-ce qu'il faut soutenir qu'est-ce qu'il faut comprendre et…et puis euh des consignes de…pour que les élèves réinvestissent un petit peu ce qu'ils ont appris euh. Moi, je suis souvent faire cette thème de travaux d'écriture je leur demande me rédiger des textes, des réponses à des euh… à des problèmes et comme ça. Voilà, ce que j'aimerais arriver à faire ah sur le spectre mais je sais ce que ça va donner. Et y a pas de

différence au niveau de changement du programme les années précédentes parce que c'est des parties que j'avais pas refaites récemment.

431 PFC : Et pour moi, j…j'aimerais bien ton organisation en trois parties mais j'ai pas forcément à faire ça. Donc, ça c'est ma partie euh...Quelles sont les ressources que j'utilise? et ça quelles sont les productions ? Donc, les productions je peux pour moi y a trois grandes catégories mais comme toi …ah les...les démarches d'investigation en activités expérimentales, synthèse de cours (Conceptualisation, formalisation, institutionnalisation) et puis réinvestissement d'entraînement et d'évaluation. Et là j'ai mis à peu près les pourcentages que j'aimerais viser dans mes cours.

432 I : D'accord.

433 PFC : Et donc, j'ai classé mes ressources entre trois grandes catégories euh. Ça c'est l'organisation. Donc, BO et moi quoi. C'est c'est. C'est qui ont avec la ressource intellectuelle ahh, c'est toujours moins hhh mais euh et les échanges. Et là vraiment les ressources en temps. Quelles ressources documentaires qui sont là ? Et je me rencontre y en a certaines que j'utilise plus que d'autres. Par exemple plus animations je les utilise quasiment que pour conceptualisation et formalisation, ben là résumés de cours aussi. Le manuel pour les...les activités de réinvestissement d'entraînement… Je prenais des exercices du livre tout le temps.

434 I : D'accord !

435 PFC : J'arrive pas ben. C'est très très rare que je refasse un ah une deuxième activité. Et c'est ce dangereuse rencontre alors là j'ai fait la distinction en fonction de est-ce que c'était avant la réforme et après la réforme et puis physique et en chimie fin spectre, spectrophotométrie euh et je me rencontre qu'en première là, donc les …

436 I : La spectrophotométrie.

437 PFC : La spectrophotométrie donc, par exemple : la…la spectrophotométrie en première c'est rose. Ben, j'utilise pas mon cerveau, ni des affaires personnelle, bien entendu c'est caricatural mais parce que comme c'est la première année quand on commence le programme j'ai moins recule. Donc, je fais ce qu'on dite faire.

438 PFP : J'invente pas.

439 PFC : J'invente pas, je crée pas…Alors, dans les autres gens y a un aspect beaucoup plus créatif.

440 I : D'accord.

441 PFC : Bon voilà à exploiter.

442 I : Je vous remercie.

Fin d'entretien

Annexe 7.2. Transcription de l'entretien précédant l'observation de classe

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI), P désigne le professeur physique-chimie.

1I : Bonjour dans cet entretien, il y a trois temps : le premier temps concerne les ressources pour la préparation de séances spectre-astrophysique ainsi que le travail collectif concernant ces séances, le deuxième temps concerne les démarches d'investigation et les entrées thématiques avec une représentation schématique pour votre système de ressources en prenant en compte votre schéma de l'année dernière, et le troisième temps concerne vos tâches et les manières d'accomplir ces tâches avec vos justifications d'utilisation de celles-ci. Alors, ma première question dans le premier temps c'est : Dans le cadre d'un échange scolaire, vous partez à l'étranger un an, un sosie vous remplace. Vous devez lui expliquer comment sont rangées, organisées, structurées, toutes les ressources (fichiers papiers, numériques) que vous avez constituées pour développer les différentes activités liées à votre enseignement du spectre. **Quelles sont les ressources que vous avez mobilisées pour enseigner « le spectre en seconde » au début de cette année (2012-2013) ? Et quelles sont les ressources produites ?**

2 P : Ah…donc pour cette année les ressources ça a été essentiellement ce que j'avais l'année dernière ah…je me suis largement reinspiré ah…ça a été des échanges, des discussions essentiellement avec Gilles et François ah…voilà pour cette année c'étaient ça les ressources ah…ça change qu'en gros c'est une séance que j'avais déjà un peu [meru] l'année dernière…donc ça a été une grande partie de réchauffer…mais et avec des ajustements en échangeant avec les collègues est-ce on a eu…est-ce…on a pris un peu de temps pour discuter de voir ce qui étaient intéressants dans les différentes approches…et notamment avec Gilles on a du souci de citer faire…de faire un sorte [fasse] des choses convergentes donc on a pas mal discuté de…de ce qu'on voulait mettre en œuvre en classe.

3I : Et alors, les ressources centrales pour vous c'étaient les échanges avec vos collègues ?.

4P : Et ce que j'avais fait l'année dernière c'est-à-dire ressortir un gros tous les documents, toutes les notes que [j'ai eu plus prendre] à l'occasion la mise en œuvre de ce chapitre l'année dernière.

5I : Par exemple vous m'avez envoyé l'année dernière vos archives.

6P : Alors ça…c'étaient…est-ce que j'ai dû envoyer c'étaient justement les archives ah…c'étaient les ressources ce que j'ai exploité pour faire le cours l'année dernière mais…en gros le cours l'année dernière c'est quelque part…c'est déjà une digestion de toutes ces archives-là.

7I : D'accord, pour les ressources produites, est-ce qu'il y a des ressources produites ?

8P : Ils sont là.

9I : J'aimerais bien les voir et si je peux prendre un exemplaire de chacune.

10P : Oui, pas de souci, on peut faire ça mais en gros je peux peut être…est-ce que ça intéressant que je résume ici.

11I : Oui oui.

12P : En gros, donc les ressources c'étaient…il y avait quelques choses qui étaient liées à un TP un travaux pratiques où en gros on observe des sources lumineuses et on essaie de les classer en regardant leurs spectres avec le spectroscope donc…c'était la ressource c'était un peu le schéma de TP l'idée générale ce qu'on a envie de faire, un tableau pour classer les spectres, des petits…, des spectres colorés justement un peu schématisés que…qui sont distribués aux élèves qui doivent…il

faudrait, il faudra qu'on feuille, deuxième ressource ça a été beaucoup d'illustrations que…donc, des illustrations couleurs sur lesquelles je voulais faire réfléchir les élèves…des illustrations qui parlent de spectre électromagnétique qui parlent la dispersion de la lumière, spectre d'absorption etc., une autre ressource importante ça a été des vidéos sur la notion d'onde qui étaient tirés du terminale…justement pour voir en seconde parler d'une onde électromagnétique, une autre ressource ça a été…un travail avec Nicole sur le faite de faire aux élèves des schémas des cartes conceptuels de connaissances que j'ai essayé réinvestir ça sur ce chapitre.

13I : Je peux poser une question.

14 P : Oui.

15I : Pourquoi pour cette ressource vous avez travaillé avec (Nicole). Par contre, pour les ressources exploitées vous avez des échanges avec surtout (Gilles).

16P : ça dépend of…parce que Nicole…Nicole développe pas mal d'outils différents et elle butine énormément elle va chercher des trucs nouveaux donc elle est source au moins nouvelles idées…après on se retrouve pas forcément…on n'est pas toujours sur le même environnement sur qu'est-ce qu'on veut faire concrètement en classe…alors qu'avec Gilles on est beaucoup plus dans le même…on essaie de faire des cours, de construire des cours qui se ressemblent dans la façon de faire…donc voilà Nicole beaucoup une source de…je peux aller puiser des idées et Gilles c'est plus quelqu'un avec qui je réfléchis sur la mise en œuvre concrète en classe…y a un peu une différence entre les deux…Euh, pour revenir, pour terminer…donc voilà par exemple…j'ai cherché beaucoup d'illustrations qui permettaient pour le moment d'illustrer le sur le spectre…parmi les autres ressources y avait…un évaluation qu'est-ce que je peux avoir comme outil d'évaluation, quels sont j'envie de garder ? … et du coup qu'est-ce que je fais en classe pour préparer ces évaluations et puis enfin après j'envie de dire…par rapport aux ressources que j'avais…que je vous ai envoyé…y a surtout…tous ce que je laisse de côté parce qu'en fait…je trouvais…je ne trouvais plus à adapter par exemple : dans les ressources j'avais tous ce que j'avais fait les années d'avant où j'avais essayé travailler les élèves sur le spectre de soleil, …., et ça j'ai décidé de laisser tomber parce que j'ai trouvé que c'étaient pas adaptés, voilà, je dirai en creux y a plein de ressources qui me permet de dire ça je pas le faire ça je pas le faire.

17I : Vous m'avez montré beaucoup d'illustrations de couleurs c'est quoi votre idée pour ces ressources produites ? Beaucoup d'illustrations c'est quoi votre idée sur ça ?

18P : C'est en gros…alors, bon…les spectres…c'est un chapitre qui se prête à les couleurs, évidement…à des belles…à des belles images et du coup ça va me donner l'idée de faire travailler les élèves dans les suivantes voilà les illustrations qu'on trouve de manière récurrent dans les livres, sur les sites d'internet, partout…par rapport au cous sur la lumière…je l'a donne […] fait une belle, voilà le travail à faire c'est de comprendre qu'est-ce que cette image illustre j'ai fait travailler explicitement les élèves là-dessus…voilà, on a commencé à travailler un petit peu sur cette histoire de spectre voilà je vous donne une illustration maintenant vous simulez dire ah…imaginez que vous avez cette illustration dans un livre qu'est-ce que le livre raconte à propos de cette illustration ?...et donc, ils doivent rechercher en groupes par exemple sur les histoires…sur les histoires de…de spectre électromagnétique là typiquement…plutôt que de leur faire un cours voilà un spectre électromagnétique voilà qu'est-ce qu'il faut savoir…je leur donne voilà plein d'images qu'on trouve dans les livres sur le spectre électromagnétique … : spectre électromagnétique dans Google et je demande les images correspondantes je trouve…je trouve tous ces trucs-là, toutes les images parlent de la même choses mais de manière assez différente dans la détaille. Donc, les élèves devaient regarder tout ça et essayer de voir qu'est-ce qu'ils comprenaient et quelles questions ça leur suscitaient, donc par exemple : on regarde ça ils voient qu'il y a des histoires de fréquences, ils voient qu'il y a des histoires de longueur d'onde, ils voient qu'il y a des espèces de machines, de vagues plus moins serrés, ils voient qu'il y a plein d'illustration avec des antennes radios, des rayons x, des

machines comme ça…voilà qu'est-ce qu'on arrive à comprendre voilà les questions qu'on se pose, on mettait tout en commun et après moi je venais derrière pour préciser ce qui pour moi semblait important à choisir…Voilà, ce que je veux, vous reteniez et vous compreniez. Donc, c'est un peu de choses qui mettent appétit qui suscitent la curiosité.

19I : Alors ma deuxième question, dans l'entretien de l'année précédente 2011-2012, vous avez déclaré que vous faisiez les séances de spectre entre mars-avril 2012. Cette année 2012-2013, vous avez donné des séances en spectre en octobre 2012, et vous allez donner des séances en astrophysique en avril 2013. Ma question : pourquoi vous avez changé le temps de vos séances en spectre ?

20P : Ah…of…je sais pas trop…alors il fallait, je réfléchisse un peu plus mais en gros…ah, bon je fonctionne pas avec une progression un petit peu immuable ou j'aurais un ordre logique sur l'année qui s'imposerait, je respecterais d'une année à l'autre c'est-à-dire de toute façon je change un peu l'ordre avec laquelle j'aborde les choses…ah, j'envie de dire ça prête pas trop de conséquences d'aborder un tel truc avant l'autre. Donc…ça fonctionne [minimeur] et l'humeur des élèves…après cette année, j'avais envie de…j'avais eu envie de…d'essayer un truc qui était de dire en début d'année…j'essaie de…de couvrir un petit peu toutes les parties qu'on va aborder dans le programme pour que les élèves y aient un apprécie de tout ce qui va être abordé sans forcément entrer trop loin dans la détaille et après pour l'année on reprend tout ça…dans les ordres différents en creusant etc.,...voilà j'avais envie de tester ça un peu cette année…et c'est ce que j'ai fait beaucoup plus moins c'est-à-dire que j'ai essayé d'aborder assez tôt un peu de chimie, un peu de mécanique, un peu de lumière en disant je vais…je vais y finir après.

21I : L'année dernière, vous avez fait des séances concernant l'astrophysique après les séances de spectre ?

22P : Non…l'année dernière j'ai pas fait d'astrophysique…j'ai fait que la lumière-la spectroscopie mais j'ai pas eu de temps pour les approfondir.

23I : Quelles les ressources que vous mobilisez ou vous allez mobiliser pour introduire les séances de spectre-astrophysique ?

24P : Euh ben…donc en gros ce que je cherche à faire…alors je commençais à rassembler un ensemble des ressources, je rentre dans les détails ?

25I : Oui, et est-ce qu'il y a de ressources anciennes, si oui les quelles ? Est-ce qu'il y a des nouvelles ressources et si oui lesquelles ?

26P : Alors y a pas of…y a quelques alors ah…les premières ressources que je commence à compiler c'est des ressources nouvelles c'est des échanges avec Gilles, les trucs que j'ai cherché sur l'internet, en terme de ressource ancienne y en a une principale c'est…c'est un document que j'avais tiré de…je l'ai récupéré auprès de l'observatoire de Lyon y a longtemps je sais pas même quand ? Je l'ai trouvé par hasard en fouillant mes papiers…en gros c'est un…c'est un texte d'Auguste Comte qui dit *qu'on sera jamais étudié la composition chimique ou la structure des…des étoiles car ils sont trop loin et la chose qu'on peut savoir là-dessus leurs positions et leurs mouvements*…et j'avais beaucoup aimé ce…ce texte parce que justement il montre très bien la problématique qui a derrière spectroscopie-astrophysique.

27I : C'est quoi la problématique de la part de vous ?

28P : Euh ben…C'est en gros on avait pas l'outil qui est la spectroscopie. On imaginait pas pouvoir étudier à distance…les astres et avoir autant formations sur leurs compositions, leurs températures, donc pouvoir faire la physique sur les astres ah…et quelqu'un si renommé d'Auguste Comte voilà c'est même manière très comptoir voilà c'est pas possible on arrivera jamais. J'avais envie justement

cet entrée aux élèves…voilà on a travaillé sur les spectres, on sait plein de choses sur les étoiles ah…à votre (les élèves) avis comment est-ce qu'on sait tout ça sur les étoiles ? Et puis regardez qu'est-ce qu'ils pensaient les scientifiques très renommés y a deux siècles de ça quoi. Et donc, ce truc-là voilà je l'avais vu quand je l'ai vu ça m'a fait marquer…j'ai dit ouais ça…en gros, c'est un élément d'histoire des sciences que j'ai…j'ai découvert quand j'ai découvert dans ce document et j'ai gardé ça en tête avec l'envie d'essayer de…de revivre ça en classe…donc voilà…ça c'est type de ressource que je réutiliserait avec les élèves mais ce qui me donnait sur tous les idées ce que j'ai envie d'essayer de faire…alors après du coup j'ai trouvé un…ce document, il sort d'un diaporama fait des gens de l'observatoire de Lyon sur un stage en astrophysique dans lequel y a des choses que j'ai envie de reprendre. Et puis par ailleurs, j'avais plein de…j'avais compilé quantité de documents récupérés à droit à gauche pendant plusieurs années sur l'astrophysique-le spectre…l'essentiel c'est des trucs par forcément intéressants quoi ou alors…je les ai lu pour […]…voilà y a l'analyse spectrale en astrophysique, le titre c'est typiquement la partie que j'envie de faire…après dedans, y a quatorze pages of…je les ai tourne ah…y a des formules partout…y a un truc sur la loi de Wien, je me dis tiens, j'aimerais un jour faire un truc sur le big bang et les spectres. Il faudrait voir est-ce que…est-ce que c'est quelque chose qui est exploitable ou pas ? Puis en fait je me dis bon voilà toutes les autres sans intérêt et ça me sert plus voilà de dire c'est pas ça que je veux faire…voilà pour aller vite…des ressources y a plein de…si y a peut-être un dernier élément qu'on peut prendre en compte c'est les ressources en terme expérimentales…c'est y a longtemps j'ai eu l'espoir, j'aurais de l'envie de faire travailler les élèves sur le spectre réel de faire…de faire un TP des activités expérimentales voilà on a des spectres d'étoiles on va connaitre des éléments dans…donc, j'ai ramassé beaucoup de choses là-dessus, observateur de Lyon ils ont énormément des ressources sur ce style-là, y a des logiciels qui permettaient de faire du traitement de spectre pendant plusieurs année dans le cadre de l'objet science j'ai essayé de faire…ou en faisant l'astronomie…on a essayé de faire d'acquisition de spectre étoile carrément j'avais des réseaux comme étaient dans appareils photo comme étaient dans télescope…bon, j'ai dépensé beaucoup d'énergie et j'ai rassemblé de trucs là-dessus pour…au final dire dans le cadre de programme de seconde c'est un peu illusoire de faire ça soit il faudrait passer beaucoup de temps d'être [emblé de choses] et on a pas de temps. Et du coup…j'ai eu envie…j'ai un peu abandonné tout ça…donc ces ressources-là elles me servaient rien, elles me serviraient éventuellement si un jour je faisais un enseignement expérimentale en astronomie dans un autre cadre…mais dans le cadre de programme de seconde, j'ai envie de me centrer sur quelques choses peut être plus historique moins expérimentale ça me semblait plus adaptés au programme de seconde.

29I : Comment avez-vous exploité et travaillé ou allez-vous exploiter et travailler ces ressources pour mettre en œuvre vos séances en spectre-astrophysique ?

30P : Donc, très concrètement quand on a discuté que…alors moi ça fait longtemps j'avais envie de faire un petit chapitre astrophysique mais je prenais jamais le temps de le faire…parce que…je me donnais d'autres priorités…en même temps j'étais convaincu c'était quelques choses intéressantes parce que les élèves fin…je trouvais que...en terme de culture scientifique, savoir, avoir des connaissances sur les étoiles et savoir comment les obtient grâce à la spectroscopie je trouvais ça pertinent en tant objet d'enseignement…ah, je le fais vraiment alors que j'avais un peu de laisser ça chaque année…an…j'ai quand en décidé de caler ça j'ai envoyé un message à Gilles en copie ici : voilà ce que j'aimerais faire…voilà ce que j'ai fait sur le spectre, voilà ce que j'aimerais faire en astrophysique ah…si tu as des idées j'aimerais bien qu'on réfléchissent ensemble…lui (c'est-à-dire Gilles) il m'a renvoyé un peu une suggestion d'un truc qu'il faisait sur l'atome, une façon d'aborder les choses, en gros, on appelle le colloque historique.

31I : colloque historique ?

32 P : Ah…ouais…en gros l'idée principale s'appuie sur l'histoire des sciences fortement et de faire travailler les élèves en groupes par groupes où chacun travaille sur une période historique, un personnage, un moment clé, à partir d'un ensemble de documents qui doit s'approprier qui doit lire

etc., et après ils font une présentation au reste de la classe tous ce qu'ils ont compris de ce moment de l'histoire et du coup comme ça on a bout à bout quand tous les élèves tous les groups interviennent refaire un peu une histoire des idées et qui…ah justement Gilles il l'a testé sur l'histoire des atomes il était très enthousiasme il trouvait c'était une façon de faire qu'il marche très bien. Et du coup, il me suggérait de m'inspirer pour cette partie spectre, moi l'idée me plaisait bien. Donc, pour l'instant ce que j'envisage à faire donc je commence à la semaine prochaine. Donc, j'aurai une semaine pour préparer ça…c'est des compiler justement des documents qui me semble accessibles aux élèves…pardon, d'abord, c'est identifier une liste de…de thèmes que je [confie] à différents groupes, de compiler des documents qui illustrent ce thème ah…et puis après de…de faire ça sur une séquence…qu'il s'agit d'après de scénariser quoi, comment, qu'est-ce que je fais, à quel moment, combien de temps ça dure, quels consignes que je donne aux élèves, qu'est-ce que je produise etc. ?

33I : Est-ce que vous avez effectué des modifications sur ces ressources au cours de la préparation ou vous voulez les mettre en œuvre exactement telles que vous les avez sélectionnées et trouvées ?

34P : Alors, ça c'est…ce chapitre en astrophysique donc ça va être un nouveau ça va être une nouvelle séquence pour moi…c'est quelques choses que je n'ai jamais fait comme ça en tous cas…c'est claire que…tout ce que j'ai en gros ça va être retravailler…ah, je vais rien utiliser telle quelle…et je pense que l'essentielle d'ailleurs de ressources ça va être des ressources nouvelles que je vais aller chercher…avant ce que j'avais c'était des documents cours un peu, style TD…les élèves complètent, et des questions sur texte…je vais rien réutiliser tout ça parce que la justement le…le schéma de séquence…que Gilles m'a suggéré c'est justement ça fonctionne de manière complétement différente c'est-à-dire il fait fournir aux élèves des documents, ils sont pas de documents de classe à priori ils sont des documents qu'on trouve sur l'internet, des photocopies de livres…c'est pas de documents didactisés déjà c'est des documents bruts fin d'une formation classique et le travail c'est-à-dire : vous (les élèves) avez ces documents à votre disposition, essayez de tirer quelques choses que vous allez présenter à la classe…donc quelques parts […]…et le seul document que j'ai trouvé c'est…c'est par exemple c'est un article que j'ai tiré de site…c'est quoi le site c'est pas planète-terre, c'est de truc de l'ENS de Lyon de ressources en sciences physiques en science….justement c'est…c'est du site qui voulait dire voilà on met en ligne plein documentations que les enseignants, dans l'enseignement à saisir pour faire travailler les élèves…et là par exemple c'est un article qui s'intitule : « la spectroscopie en astronomie comment sonder propriété des astres ». C'est exactement le…ma problématique à moi et c'est un article voilà…qu'un élève…hyper autonome il relit pour apprendre des choses. Là qu'est-ce que je fais, je l'ai tiré je l'ai imprimé, je vais le photocopier et y a des élèves qui travaillent là-dessus en bas. Ensuite, là y a le…le truc que j'ai évoqué tout à l'heure-là l'observateur de Lyon c'est un vieux document qui a été c'est…en fait c'est un diaporama…qui était diffusé en formation d'enseignants pour leur expliquer l'histoire de l'astrophysique l'histoire la spectroscopie appliquée à l'astrophysique. Depuis Newton qui découvert la décomposition de la lumière jusqu'à Fraunhofer qui découvert les raies dans le soleil…etc. etc. et donc voilà c'est le…c'est un des documents d'histoire des sciences le plus complet que…sur lequel je suis tombé avec pas mal d'illustrations justement ça m'intéresse et je pense que…j'ai retrouvé hier la version informatique de ce document retournant sur le site de l'observateur de Lyon parce que j'avais plus la version informatique, j'avais que la version papier et du coup, je pense que je vais l'utiliser pour…notamment pour faire du visuel que les élèves pour le réutiliser pour leurs présentations c'est-à-dire ce qui m'intéresse dans ! J'ai beaucoup d'illustrations à l'époque…et que ça c'est ça y irait complément de texte d'histoire de sciences, les élèves je leur fait des transparents…ils devraient montrer cette transparent et les commentaires à la classe voilà…bon il faut que voilà c'est ça l'idée après il faut que je vois dans la détaille qu'est-ce que je vais tirer de tout ça…puis ensuite c'est un document qui a permettre…on a justement sous plusieurs diapositives les grandes étapes de l'histoire des sciences…ça m'a…ça m'a vu d'avoir à me lire un livre sur l'histoire à la spectroscopie j'accès rapidement…à une chronologie…que je peux utiliser.

35I : Est-ce que vous pouvez me montrer la ressource qui est très modifiée depuis le changement de programme pour l'enseignement de spectre-astrophysique ?

36P : Je peux…ouais peut être montrer des ressources qui sont abandonnées mais c'est pas liées au changements de programme ah…franchement là-dessus…Est-ce que je peux montrer éventuellement mais il faudrait si elles trouvaient mais c'est un peu tous les vieux documents que j'avais sur comment on a abordé l'astrophysique autre fois entre guillemet…ah, notamment y a Nicole qui a fait plein super documents où elle était aller chercher plein diagrammes sur les étoiles oh c'était vraiment … de choix de documents mais je dirais c'est la forme pédagogique…moi c'est le truc que j'ai jamais vraiment réinvesti parce que je croyais pas…je me disais bon, les contenus sont chouette…c'est…ça chouette de ça part d'essayer de…d'aborder ces choses avec les élèves…mais je croyais pas du tout qu'aborder ce forme un truc papier avec un texte avec des questions des textes à trop…j'étais pas du tout convaincu que les élèves…a du pouvoir d'entrer là dans quoi. Ou alors, c'est une manière trop superficielle, du coup, ça va pas être très intéressant ah…moi je pense que j'ai dû essayer à une époque et puis j'ai dit laisse tomber ça sert rien ça marche pas…et donc y avait le souci de dire en fait on traite pas ce truc là parce que c'est pas faire en seconde tant pis ! Peut-être ils le vont un jour ce qui font la science ou alors ça a été de dire…en gros, j'ai envie de dire c'est voilà une partie que je trouvais très passionnante que j'ai toujours envie d'aborder mais que je n'ai jamais trouvé comment fin…je mets longtemps à trouver comment faire ? Donc, j'ai toutes les tentatives de Nicole, elle avait voilà je voyais elle marche…dans ce document il fallait aborder les digrammes expresse pour […]…vous l'abordez plein trucs comme ça…j'ai dit bon c'est super ! je croyais pas et puis en fait quand j'ai commencé à apprendre à utiliser d'autre dispositif d'enseignement GFEN depuis trois-quatre ans que …dire voilà l'astrophysique maintenant je l'ai pouvoir reaborder mais en utilisant d'autres supports, d'autres outils, d'autre façon faire travailler les élèves…plutôt les activités papiers habituelles…et c'est un peu cette année voilà c'est la première année où je vais c'est concrétiser cette envie que j'ai…donc voilà, je peux pour revenir à la question de départ j'ai les ressources elles correspondent à comment on abordait l'astrophysique autre fois…comment j'ai essayé l'aborder ou comment renonçait à l'aborder…comment Nicole essaie de l'aborder pendant plusieurs années…et ces ressources-là ben c'est de trucs que je n'utilise plus.

37I : Alors, votre question comment on aborde l'astrophysique ? Et vous avez pas…vous avez pas modifié d'anciennes ressources pour retravailler sur le spectre-astrophysique…vous avez maintenant des nouvelles ressources concernant l'astrophysique.

38P : Voilà…je suis parti en gros on peut dire je suis reparti…je considère repartir…repartir de zéro…les objectifs pédagogiques, la façon travailler les élèves sont plus les mêmes c'est-à-dire qu'à l'époque on a peut-être des objectifs qui étaient voilà…voilà les connaissances qu'on a. Actuellement voilà comment fonctionne l'astrophysique voilà comment les étoiles sont classées etc…et là maintenant moi ce que je veux c'est beaucoup plus une entrée par l'histoire des sciences… et que des ressources en histoire des sciences j'en avais peu…ah, si y en a une…si y en a une c'est un peu célèbre où est-ce qu'elle est cette ressource-là ? Je l'ai cherché hier soir je l'ai pas trouvé…y en a une quand même qui justement qui existait déjà à l'époque…je traine depuis pas mal d'années et que justement…illustre bien…ah je la trouve pas…je suis désolé…après je refouille un peu mais il manque…j'avais un porte de vue dans lequel j'avais…je sais plus où il est ? D'ailleurs ça me stresse parce qu'il est truc important dans…en gros, je l'ai décrire pour vous comprenez…en gros, c'est un texte que j'avais photocopié dans une revue justement d'astronomie CLEA Communauté Liaison Enseignement Astronomie qui raconte ah justement…l'étude de soleil…et qui montre, c'est un texte d'histoire des sciences qui raconte justement comment on a découvert l'hélium dans le soleil…comment on a réussi savoir, est-ce qu'il est dans le soleil etc., et chaque ce truc ça j'ai photocopié y a longtemps, (note : j'avais ses archives de l'année dernière et je l'ai donné à lui afin de trouver ce document) j'en ai fait un document pour les élèves peut-être il est présent dans le truc que je vous ai donné l'année avant…(il cherche dans ses archives de l'année précédente)…c'est pas ça c'est pas ça non plus…voilà c'est lui là c'est ça…donc ça…j'ai qu'un version papier, je n'ai pas de

version informatique de ce truc là…et ce texte je trouve super bien et j'ai…j'ai longtemps eu l'envie justement dire voilà je veux travailler pour que les élèves arrivent à se l'approprier parce qu'en gros c'est pas leur faire lire comme ça il faut faire un travail au cours…et donc voilà ce texte là il faut je le trouve juste parce que j'ai envie de l'utiliser dans mon colloque historique…(il voit ses archives) voilà ça typiquement c'est peut être un des ressources …ben c'est le truc que j'ai envie de reprendre, d'exploiter…voilà qu'est-ce qu'il y a d'autres dedans là je regarde vite fait…voilà là typiquement c'est les ressources que j'emprunte de Nicole.

39I : C'est des ressources de Nicole ?

40P : voilà typiquement ça…bon c'est des trucs supers riches quoi, ce schéma-là, ces photos tous les spectres des étoiles, je veux l'utiliser il est super bien…après met comme ça là dans avec plein de questions, les élèves, ils arrivent pas à se l'approprier mais voilà…l'idée c'était de…je veux faire travailler les élèves là-dessus après pas de cette façon-là…donc moi je…en gros, cette ressource, il me servait de…de rappel…quand [je vous l'ai envoyé], ah oui, c'est une…c'est vrai que j'aimerais bien quand même faire l'astrophysique aux élèves…mais c'est pas un document que je vais utiliser tel quel…ou alors éventuellement l'idée ce sera dire, j'ai des documents et avec ma forme colloque historique peut-être que c'est documents que je mettrais dans mes pochettes sur lesquelles les élèves se prolongeront...mais ça sera pas sous forme là où on a un fiche élève, on distribue à tous les élèves et sur lequel les élèves travaillent…et après le reste…voilà typiquement je revois un document qui était tiré d'un site que j'aime beaucoup là *Robert in space* justement où il dit des choses sur la lumière ah…et ben je l'avais oublié ce truc là mais si je l'avais juste…je…réutiliser parmi toutes les illustrations que j'ai parlé toute à l'heure-là en couleur que je donnais aux élèves pour faire réfléchi, je leur donnais ça aussi mais bon y en a tellement de toute façon sur l'internet c'est tellement banal comme truc, j'en trouvait d'autre facilement…et puis après ce que je vois là-dedans sur ce que j'ai dit tout à l'heure c'est toutes les ressources sur un travail expérimental sur la lumière : comment faire des spectres ? Comment on peut analyser ? Étalonner ?...ça des choses qui sont bien mais qui sont que je renonçais à faire en seconde.

41I : Maintenant une question sur les ressources produites : quelles seront les ressources produites pour ces séances en astrophysique ?

42P : Euh ben donc la ressource ça va être des pochettes thématiques avec dedans des compilations de documents que les élèves doivent lire qui sont abordables pour les élèves et puis ça sera…un canevas de séquence avec des différentes étapes…donc, là par exemple j'ai un…un brouillon de ce qu'il va falloir que je fasse…donc par qu'on commence ? Comment ce qu'on accroche les élèves là-dessus ? Comment ce qu'on leur transmet les problèmes sur lesquels ils font travailler ?

43I : une question, est-ce qu'il y a des ressources utilisées produites pour la mise en œuvre des démarches d'investigation et des entrées thématiques ?

44P : J'ai pas compris !

45I : C'est-à-dire pour les ressources produites : est-ce qu'il y a des ressources utilisées pour la mise en œuvre des démarches d'investigation et des entrées thématiques ?

46P : Oui….alors pour l'histoire des entrées thématiques là ce que j'ai vu dans le journal de bord là, physique, chimie, entrées thématiques… c'est-à-dire c'est pas…c'est pas de catégories pour penser la mise en œuvre de mon enseignement…éventuellement physique, chimie. En gros…démarche d'investigation.

47I : Vous me dites tout à l'heure : pochettes avec des thèmes c'est-à-dire ?

48P :…ah, il va avoir un groupe d'élèves qui va s'interroger sur…qui va faire quelques choses sur Fraunhofer qui découvert les raies dans le soleil, il y a un autre qui va faire un truc sur Bunsen et

Kirchhoff qui explique pourquoi qui arrive à trouver l'origine de raies machine…il y en a un autre qui va faire un truc sur la découverte de l'hélium dans le soleil, y en a un autre qui aujourd'hui qu'est-ce qu'on sait des étoiles ? Voilà, le problème général qui se [tombe] mon cours sur l'astrophysique, je l'ai découpé en partie ça j'appelle le thème mais peut-être il faut utiliser autre mot, ça rien avec les thèmes de l'enseignement du programme de seconde…donc, je redécoupe ma problématique générale en plein petites entrées et pour chacune entrée j'essaie de constituer une pochette documentaire sur laquelle les élèves travaillent qui doivent diriger pour en faire un présentation à la classe et après on remette bout à bout, les contributions de chacun de ces groupes…on va serait interroger sur l'ensemble de la problématique c'est-à-dire comment les astrophysiciens ont réussi à savoir de quoi étaient faites les astres à distance ? Alors, par rapport à l'histoire de la démarche d'investigation…alors, est-ce que c'est une démarche d'investigation ou pas ? J'en sais rien en tout cas ce qui est sûre je veux qui est une problématique, un questionnement,…donc là, c'est comment c'est tombe tout ça sur les étoiles en gros…et qu'on va chercher collectivement à reprendre à cette question avec un travail de recherche dans le document…voilà, ouais ok c'est une démarche d'investigation si on veut j'en sais rien.

49I : est-ce qu'il y a de TP dans ces séances ou surtout sur les documents des élèves ?

50P : non, ça va être travail sur le document…travail documentaire et présentation orale…

51I : Sur l'histoire de journal de bord : comment organisez-vous vos ressources d'enseignement avant 2010 ? Comment organisez-vous vos ressources d'enseignement depuis 2010 ?

52P : Pourquoi 2010 ? Qu'est-ce que c'est passé ?

53I : C'est le changement de programme en fait en seconde…**est-ce que selon : la discipline (physique, chimie), les entrées thématiques, TP (physique, chimie), autres ?**

54P : En nettement, je suis…je suis bien incapable de dire…je…en tout cas je n'ai pas ressenti...l'histoire de changement de programme pour…pour moi c'était complétement transparent…parce que en fait…alors en gros…voilà y a une histoire of…je sais pas comment dit ça ?...je pense que c'est un changement qui n'a été…qui était à la fois, il a été un, à la fois il n'a été pas un ça dépend, comment on vit les choses…en terme de notions du contenu, y a pas eu de changements c'est-à-dire on a quasiment retrouvé les mêmes avant et après…alors, y a eu des différences à l'histoire, la pression…non mais même pas…franchement c'est voilà y a pas eu de changements significatifs en terme de contenu…ah y a eu une proposition, les nouveaux programmes, c'est une proposition de…de restructurations…de comment…comment ces choses étaient abordées et…et structurer au travers des entrées thématiques etc…sauf que…moi ce que j'ai envie de dire avant le changement de programme déjà…j'ai…je mettais forcé de non plus lire le programme de la même façon fin, comme le programme le demandait…j'avais commencé à…à anticiper sur une autre façon de faire vivre les contenues…dans mon enseignement et quelques parts…j'aurai envie de dire j'avais peut-être anticipé…le changement de programme, et du coup quand le changement de programme est arrivé…of, les entrées thématiques dans les programmes, je n'est pas tenu en compte parce que c'était pas choisi moi…je m'explique, je pense que l'histoire des entrées thématiques était proposé dans le changement de programme c'était ça a été proposé pour inciter les enseignants de physique à concevoir leur enseignement pas comme une succession de catalogue de notions, on fait des cours sur ceux-ci sur ceux-cela mais pour dire voilà y a moyens de pensée de cours. Ah…moi, j'ai envie de me dire bon voilà c'est souci qui avait dans le nouveau programme…moi je l'avais déjà avant et je vais continuer ah…à creuser les [soins : 44min] que j'avais commencé à tracé, j'ai pas essayé de me récoler artificiellement dans les thèmes proposés. En gros, les thèmes que proposaient les nouveaux programmes c'étaient thèmes arbitraires…et je pense c'était pas de temps ces thèmes qui étaient importants, est-ce qu'on va faire sport et santé, est-ce qu'on va faire je sais pas quoi ? Et c'était plutôt les façons travaillées avec les élèves que ça...ça

engendrait…c'était ça qui…fin pour moi c'était ça qui était important dans le nouveau programme c'est pas faire sport et santé, qui est important c'est de…montrer aux élèves qu'on peut avoir un rapport aux connaissances, aux savoirs qui…qui est pas tout dogmatique d'avant.

55I : En quoi les entrées thématiques sont arbitraires selon vous ?

56P : Euh ben…je pense qu'il ne serve qu'à…qu'à forcer les pof à faire une entrée un peu spirale dedans dans le savoir…à dire que…on aborde…on aborde une connaissance, on va vivre d'autre façon, on va vivre d'autre façon et on aurait bien plusieurs fois pendant l'année c'était…je peux c'était ça…c'est ça l'esprit de nouveau programme…ah sauf y a mille façons de…de faire ça quoi ?

57I : Mais vous disiez que dans votre enseignement vous utilisez des thèmes si je peux dire d'après vous, vous découpez le problème selon des thèmes ?

58P : Alors, je n'…je n'est pas saisi une entrée thématique c'est concrètement…je fonction pas comme ça c'est-à-dire je construis pas ma progression avec trois entrées thématiques préconisés par le programme…que je ne suis pas fin…je m'intéresse pas…mais j'ai pas mis mes entrées thématiques à moi à la place…je ne fonctionne pas suivant à cette logique…ah parce que j'y croyais pas à cette histoire d'entrées thématiques, je trouve ça artificiel […] super textes qu'on rentrerait sport et santé, je sais plus c'est quoi l'intitulée.

59I : Sante, sport, univers.

60P : ça donnerait plus de souffle, de plus de sens à ce qu'on enseigne alors…je l'ai pas dit très fort mais je vois certains de collègues de physique font avec ça…of, je pense ça change…je pense que les élèves, ils sont marqué sport, santé quelque part dans leurs…dans leurs cahiers mais après ils se trouvent exactement avec les enchainements de chapitre sur le mouvement, sur le…et c'est pas vrai qui donne plus de sens à leurs apprentissages…donc moi, je pense c'est l'habillage et ça change rien dans le fond…de ce que font les enseignants…je pense que le souci des concepteurs du programme était louable c'est-à-dire ils avaient envie de faire évoluer la pratique enseignante dans une certaine…possible de redonner le sens aux apprentissages…mais je pense…je pense quantitative qui est as concluante…après ah alors je suis pas…avec Gilles, avec Nicole, avec le GFEN, je pense qu'on a trouvé une façon de remettre des sens aux apprentissages qui ne passent pas par le découpage en thèmes…qui passe tout simplement par comment on fait {lier : 47 :43] dans la classe c'est-à-dire que le problème…le problème du cours sur la mécanique ou sur la pression…ils sont pas vide de sens parce que c'est la mécanique ou c'est la pression, il suffirait pas dire ben an…on va montrer que ça a un lien avec le sport on fait la pression en parlant de prolongeur et on fait la mécanique en parlant de cordon de cm…ben non, c'est pas ça le problème…c'est pas parce qu'on va connecter ça avec le cordon cm ou le prolongeur ou…que…les élèves on donneraient plus de sens aux apprentissages c'est-à-dire que le sens qu'on donne aux apprentissages. Si jamais on arrive à trouver une façon de faire réfléchir les élèves sur la notion de pression sur la notion d'inertie…c'est ça que tu vas leur donner du sens…euh donc, avec Gilles avec Nicole, bon on est en recherche dans cette direction-là dire voilà abandons frontalement la question comment on enseigne la notion pression en classe ? comment on enseigne la notion d'inertie en classe ? Euh ce interdira pas de montrer en quoi cette notion d'inertie elle peut utile pour comprendre le cm mais…mais c'est un [ecdotique] pour moi…c'est pas ça qui va donner…c'est pas ça fondamentalement qui va donner du sens aux apprentissages des élèves. Je sais pas si je suis claire.

61I : Si oui, pour vos ressources, elles sont comment organisées ?

62P : Elles sont organisées par of…par parties j'ai plusieurs parties qui correspondent aux choses que je pense être importantes à traiter en seconde et donc qui correspondent à des…à des…

63I : Vous me disiez tout à l'heure qu'il y a une partie pour la lumière, une partie pour la mécanique…

64P : Voilà, qui correspondent aux parties de la physique…c'est-à-dire c'est voilà…qui correspondent quelque part aux domaines de la physique. J'ai la mécanique, j'ai la lumière, j'ai la transformation chimique, j'ai grandeur et mesure…ces parties là c'est vari c'est un découpage qui sur lesquels je…sur lesquels je m'interroge régulièrement c'est-à-dire je cherche quel est le découpage qu'il est pertinent ? et c'est pas évident…et je suis amené d'une année à l'autre des fois essayer de revoir du découpage…et en fait je m'aperçois que…en gros entre ces différentes parties j'ai des liens entre elles, c'est-à-dire c'est pas des parties qui sont étanchées c'est-à-dire des parties qui sont très très imbriquées les uns les autres…euh et le défi que je trouve difficile justement c'est arriver à la fois…à…à avoir ce découpage en parties parce qu'il est nécessaire pour penser mes progressions…pour penser…pour organiser mes ressources typiquement ah…je peux pas avoir un gros paquet, j'ai besoin d'avoir ce découpage là mais en même temps je vois très bien qui a face à ce découpage parce que y a des liens…et ces liens c'est ça ces liens forts…et c'est à qu'il faut conserver…c'est ça qu'il faut arriver à faire vivre auprès des élèves. C'était le souci un peu de…l'idée de mis des thèmes c'est de montrer justement qu'on plein de choses dans le programme qui n'étaient pas cloisonnées qu'on pouvait…ça c'est je retiens de nouveau programme c'est-à-dire voilà il faut pas garder des choses étanchées entre elle…les thèmes servaient à montrer qui y a des connexions ah…voilà, cette idée il me semble important c'est tout.

65I : Dans le nouveau programme.

66P : Voilà, dans le nouveau programme.

67I : Oui. Par exemple y a le système chimique, évolution, réaction chimique sous le thème de santé qu'on peut trouver dans d'autres thèmes.

68P : Alors, moi…je croyais pas…parce qu'on mettait ces trois thèmes là, on est dû vraiment les prof ah…à garder des connexions entre les différentes parties même ça me demanderait d'explorer mais moi c'est en tout cas c'est je garde ce souci là et c'est vari c'est un des difficultés que j'ai c'est-à-dire, j'ai mon découpage en thèmes…liés à la physique que je veux enseigner, elle a sa logique propre, qui induit un découpage,…et je pense c'est la même façon la plus pertinente je dire ça, si on met le savoir au cœur là, si on met la…la problématique des connaissances de physique qu'on veut transmettre et bon elle va s'imposer cette problématique sur que…y a un logique de la lumière de…de la mécanique…c'est les grandes domaines de la physique…mais après le défi a relevé c'est justement d'arriver à montrer les connexions entre tout ça et bon là…dessus, j'avoue je suis pas très encore satisfait de ce que j'ai fait c'est-à-dire que…mon rêve c'est d'arriver à montrer aux élèves on a abordé…on a fait différentes parties…et essayer d'avoir des moments de réflexion avec eux de travail où on voit les liens entre ces parties là…ça c'est c'est quelques choses que j'aimerais bien arriver à mieux faire…mais pour l'instant je suis pas encore très satisfait…pour résumé ah je pense que ce lien c'est des cloisonnements entre les différentes parties de la physique il est fondamentale…j'en pense pas que ce soit le découpage thématique de programme, de nouveau programme, qui permettent de le faire concrètement c'est pas une solution miracle là-dessus ah…c'est pour cela je n'est pas repris à mon compte ce découpage thématique pour autant je pense que le souci qui avait derrière de ce nouveau programme est très importante et je ne suis pas satisfait de ce que je fais moi de ce côté-là.

69I : Et avec vos élèves vous faites des parties par exemple dans leurs cahiers il y a des parties pour… ?

70P : Alors, avec les élèves, ils ont en gros ce que je leur demandais of…parmi…mais plutôt tâtonnement ha…je leur demandais d'avoir plusieurs porte-vues…c'est-à-dire ils ont…je sais pas tous ramener….peut-être ramener la prochaine fois…y a un porte-vues lumière-spectroscopie, y a un porte-vues grandeur et mesure…y a un porte-vues mécanique, il faut que j'appelais autrement d'ailleurs, j'ai appelé ça mouvement et gravité, y a un porte-vues transformation chimique, ah qu'est-ce que j'ai d'autres encore je sais pas combien j'en ai ah…euh, c'est porte-vues là justement au cours de l'année, on va jongler d'un porte-vues à l'autre c'est-à-dire des fois on prendra un des fois vous

amènerez un à autre euh… et donc en gros pendant la première trimestre…on…avec les différentes chapitres que j'ai abordé, on a commencé à mettre en place les différentes porte-vues…et à chaque fois ben au cours de l'année on va revenir dessus on compétera en fonctionne le chapitre qu'on aborde…alors, après of…alors après…mon modèle ça a été…ça a été dire ils ont un ensemble de porte-vues et puis on circulait de l'un à l'un et puis petit à petit on va essayer de voir justement la cohérence qui entre l'ensemble of…pour l'instant je trouve que ça reste trop cloisonné.

71I : Vous me disiez qu'il y a une partie par exemple pour la spectroscopie ou pour l'astrophysique ?

72P : C'est celui-là j'ai lumière-spectroscopie.

73I : Oui, d'accord.

74P : Et, on voulais le mettre dedans parce que après je veux pas trop de porte-vues, je l'ai séparé et qui est dedans une partie qui s'appelait « généralité sur les sciences physiques » et en fait comme j'en profite ça…ça y est pas dans et par contre, je l'ai dû ranger dedans aussi l'astronomie parce que je fais l'astronomie…par exemple typiquement le chapitre sur l'astronomie, je fais l'astronomie tel quel c'est quelques choses, soit je le relie à la lumière à la spectroscopie parce que je fais l'astrophysique, soit je le relie au chapitre sur le mouvement et gravité parce qu'on parle comment les astres bougent ? ça…ça illustre un peu les questionnements, le faite, j'arrive pas à trouver des choses satisfaisantes sur comment découper, structurer ma progression ?

75I : Quelles sont les échanges avec vos collègues pour élaborer ces séances ? Comme vous me disiez que vous travaillez avec Gilles et Nicole ou s'il y a d'autres échanges ?

76P : Euh ben, en gros…pour résumer ça…d'abord ce que…avec Gilles et Nicole on fait un peu un collectif de travail c'est-à-dire on a fait au seine de GFEN, on a fait beaucoup de stages ensemble…du coup, on partage une…on partage une…on partage des exigences sur le type de cours qu'on veut faire, sur les outils, un disposition pour le faire ah…ça c'est quelques choses qui coule du temps à se construire mais maintenant c'est après…voilà on a un vrai collectif de travail avec des références communes. Ah…donc c'est des gens avec qui je vais de manière privilégié, échanger sur ce que j'ai envie de faire, sur ce que je fais, sur ce que j'ai fait…ce qu'on a envie de faire, sur ce qu'on fait, sur ce qu'on a fait…Après, on a pas forcément toujours de temps de le faire. Idéalement, je pense qu'on serait tous les trois d'accord pour dire chacun de cours on y travaille tous ensemble…en pratique c'est pas possible…donc, on bavarde des fois ou on se dit, on s'était au courant ce qu'on a envie de faire, de ce qu'on a fait, ce qui n'est pas marché…et pour ce chapitre là…j'avais essayé…comme il est du support de recherche et ben de dire allez on va faire un petit effort pour se donner absolument du temps sur ce chapitre pour travailler ensemble.

77I : Comment allez-vous exploiter ces échanges pour préparer vos séances sur le spectre-astrophysique ?

78P : Euh ben, par exemple, Gilles m'a fait une suggestion de dispositif de travail pour les élèves. Il m'a dit ben le colloque historique je pense que peut être…peut être ça va être s'adapter...Ah, du coup, il m'a expliqué un peu à quoi ça consistait ?...ah, il se trouve que depuis on a eu du temps à travailler c'est-à-dire qu'on a eu un stage au lycée-là trois jours la semaine…y a quinze jours…où il nous a vivre ah…

79I : Stage en quoi ?

80P : Une stage de formation pluridisciplinaire avec le GFEN au lycée…et dans ce stage Gilles a fait vivre la séquence qu'il avait élaboré sur l'histoire des atomes où il avait justement utilisé cette dispositif de colloque historique…et, voilà ça m'a donné l'occasion de comprendre un peu mieux les enjeux de ce type de séquence…ah, je pense que ça va m'aider à réfléchir à ce que j'ai envie de faire la semaine prochaine.

81I : Quel aurait l'intérêt, le résultat de ces discussions et de ces échanges ?

82P : Quel est l'intérêt de nos échanges ?

83I : Oui, qu'est-ce que le travail collectif vous apportera pour l'enseignement de la physique et pour l'enseignement de la chimie ?

84I : Euh ben alors…ces des échanges pour moi ils sont indispensables c'est-à-dire qu'aujourd'hui, je me conçois pas de faire mes cours de physique sans…sans ces échanges avec eux, j'arriverais pas…ah, ça m'aide premièrement à réfléchir sur…justement qu'est-ce qu'on fait le programme c'est-à-dire le programme pour moi c'est…c'est quelques choses qu'on interprète forcément pour tous, les enseignants interprètent et que la question de qu'est-ce qu'on fait, qu'est-ce qu'on garde, qu'est-ce qu'on adapte….et c'est une question très difficile et c'est bien dire ça réfléchir à plusieurs…ah, ensuite y a la question des…des dispositifs de travail proposés aux élèves…c'est-à-dire, comment on peut essayer, de les faire réfléchir, les histoires de résolutions de problèmes de…, le colloque historique n'est qu'une exemple ah mais après on a plein d'autres dispositions de travail.

85I : Vous me rappelez le colloque historique ?

86P : le colloque historique c'est l'idée de…on donne à différents groupes des pochettes sur un…sur un truc on fait une entrée histoire des sciences c'est-à-dire, qu'on dit voilà, sur ce…sur ce chapitre c'est les enjeux au niveau de l'histoire des sciences. Par exemple : Gilles il m'avait dit c'était venu…il faut faire un cours sur l'atome et…ça apprécie que faire réfléchir aux élèves sur comment la notion d'atome a été, a évolué au cours de l'histoire…et ben c'est une façon extrêmement puissante, de faire comprendre aux élèves les connaissances qu'on a aujourd'hui sur l'atome, et si on s'en décrive de ça…ah en fait, les élèves, ils comprennent pas quand on parle…quand on parle de l'atome c'est une espèce de connaissances abstraites par trop de sens, et qui est une façon puissante de redonner le sens aux connaissances…c'est réinjecter l'histoire des sciences…et donc…et donc, l'histoire de colloque historique c'est-à-dire voilà on va travailler sur l'histoire des idées et une façon de le faire c'est on découpe tout ça en parties charnières…pour chaque période on cherche à avoir quels étaient les questionnements, et les enjeux, et on demande aux élèves à partir de plein documents qui permettent de se prolonger dans, de retracer un petit peu cette histoire. C'est ça qu'on appelle le colloque historique…et c'est une façon qui est fructueuse qu'on peut potentiellement à plein parties de…à tous les chapitres fin si on a envie, y a des chapitres pour lesquels ça se prêtent plus moins bien. Gilles l'a utilisé sur la notion d'atome, moi je vais essayer de la réutiliser sur la notion de spectroscopie d'astrophysique…ah voilà ça y c'est de…de dispositif de travail qui on…c'est parce qu'on est réfléchi ensemble on peut…on peut espérer mettre en œuvre. Troisième types de…D'intérêt de collaboration c'est…c''est des s'échanger justement des documents intéressants pour les quels sur lesquels faire travailler les élèves…ah quatrième,…quatrième type d'échange ben justement d'arriver à trouver c'est quoi les problématiques intéressants dans les différentes…pour les différentes parties de programme…ah, lumière-spectroscopie, y a mille façons potentiellement d'aborder ça…c'est quoi les questionnements qui sont les plus riches, les plus intéressants, à faire vivre en classe de seconde….ça ben, ça aussi c'est important à discuter à plusieurs…cinquième intérêt de collaborer c'est que voilà on a une idée, on dit voilà j'ai envie de faire ça en classe…j'ai une idée un peu générale, ah…entre l'idée générale, est-ce qu'on arrive à faire concrètement bon ben, des fois c'est pas facile, des fois une séquence en classe il peut non pas marcher à cause de petits détails euh…ben du réfléchir à plusieurs, ça permet de mieux mettre le doigt sur des petites choses qui peuvent faire qu'une séance, elle marche bien, elle marche pas…voilà, y a pas mal.

87I : Est-ce qu'il y a des échanges pour la mise en place les démarches d'investigation ?

88P : Ben tous ce que je viens de dire…en gros avec, j'avais dire…avec Gilles, Nicole, un autre souci c'est de construire un enseignement où les élèves soient en recherche, ils se posent des questions et envie de savoir et ils ne soient pas justement passifs, attendre des explications de prof qu'il faudrait en

curiosité c'est ça notre idée, faire des cours comme ça…c'est le souci qui est dans la démarche d'investigation mais c'est-à-dire on n'est pas dans un schéma où on fait notre cours, de temps en temps il y aurait des démarches d'investigation…on essaie de construire, je dirai plus globalement qui vise à mettre les élèves en recherche, en questionnement…donc, c'est tout le temps quoi.

89I : Dans quels types d'activités ces échanges sont intéressants pour vous ?

90P : Tout.

91I : Préparation de cours, TP (physique ou chimie).

92P : Tous.

93I : Comment vos rencontres (vous avec vos collègues) dans le laboratoire de physique-chimie influencent votre travail d'enseignant ?

94P : Euh ben comme j'ai dit ah alors après fin…alors dans le laboratoire ou hors de laboratoire ou dans les deux ?

95I : Non, dans le laboratoire.

96P : Euh ben c'est…on sait qu'on a envie de se rencontrer, de réfléchir ensemble à ce qu'on fait…là on arrive à se voir plus souvent quand on se croise mais j'ai envie de dire qu'on…j'ai envie de dire, on se voit pas assez, quand on se voit, moi je vois Nicole quand on se croise c'est pour dire à ben tiens ça sera bien qu'on discute de ça, ça sera bien qu'on travaille là-dessus mais on n'a pas de temps, ben vas-y fais-moi passe un papier et les rencontres c'est quand on arrive allez là-dessus c'est important on se prend une heure, on se donne un rendez-vous … et on se voit pour travailler ça…et bon des fois c'est sur laboratoire parce qu'on est au lycée, mais des fois même c'est les dimanches soir chez Gilles parce qu'on a pas de temps se voir pendant la semaine…donc, je dirai c'est pas des rencontres là fin…les rencontres laboratoire, ils servent juste à se dire on fait des choses on aimerais bien voir en parler…mais après on est convaincu que…qu'on a besoin de…on a besoin de travailler ensemble et j'ai envie de dire les moments de…les moments de travail c'est plus…ça a été par exemple avec le stage le GFEN y a 15 jours où là on a dit ben voilà on a un stage de trois jours, et donc pendant trois jours on était ensemble on travaillait réfléchir ensemble, après on se dit ben on aimerait bien pouvoir avoir plus de temps pour travailler réfléchir ensemble. Je sais pas si ça répond à la question mais…

97I : Pour ces séances, est-ce qu'il y a des rencontres spécifiques au laboratoire ou il y aura ?

98P : Euh ben…si par exemple avec Gilles on essaie régulièrement de…de fin on essaie quand même parce que c'est un peu…parce que justement on est assez dans la même…on a des façons voir qui sont assez proches convergentes, et donc on essaie de…beaucoup de se refiler des choses qu'on a fait en classe. Donc, régulièrement Gilles soit il me dit tiens tu as un quart d'heure-là pour raconter comment tu as fait vivre en classe tel truc parce que j'essaie de faire à peu près la même chose…donc, on se pose on prend du café, je montre les documents etc…et puis inversement, c'est à dire que…moi, j'ai un cours c'est un truc qu'il (C'est-à-dire Gilles) a déjà fait, il va vite montrer ou on discutait à…et là pour ce…ce cours proprement dit…parce qu'en gros soit…soit on arrive le temps et on prend, et puis comme des fois on arrive pas à trouver de temps ben tant pis…on échange pas au temps qu'on voudrait le temps qu'il voudrait…pour cette séances d'astrophysique on s'est donné rendez-vous voilà vendredi prochain, on fasse voir une heure pour discuter cette séance-là, mais…

99I : Est-ce que cela influence vos ressources, c'est-à-dire ces rencontres au laboratoire ?

100P : Oui bien sûre.

101I : Pouvez-vous nous faire un schéma qui décrit votre travail collectif avec vos collègues de SPC de votre établissement et éventuellement les collègues avec qui vous collaborez hors de votre établissement. Je vous demande de noter :

- **Vos relations et vos interactions avec les collègues de SPC (en précisant si possible leurs préférences pour l'enseignement de la physique ou l'enseignement de la chimie), d'une part les structures collectives qui nourrissent votre travail d'enseignement, et d'autre part avec les ressources produites collectivement (en physique et/ou en chimie/ thèmes) ;**

- **L'aide et l'apport de ces formes collectives pour votre propre travail d'enseignant (plus dans l'enseignement de la physique ou plus dans l'enseignement de la chimie, thèmes) ;**

- **Votre apport (vos apport sont plus pour l'enseignement de la physique ou pour l'enseignement de la chimie, thèmes) dans tel collectif (précisez le quel) ;**

- **Notez votre travail collectif et vos interactions avec vos collègues pour la préparation des séances de spectre-astrophysique en 2nd en montrant les personnes ou les groupes qui ont préférences pour l'enseignement de la physique et/ou pour l'enseignement de la chimie avec qui vous allez échanger et les ressources qui découlent de ce travail collectif.**

102P : J'utilise des couleurs c'est ça.

103I : Oui.

103P : Oui…allez (il commence à dessiner son schéma et ensuite il parle quand il dessine)…Ok alors….ah of….Nicole c'est plutôt chimie mais c'est un peu artificielle, Gilles c'est plutôt physique…les structures collectives qui nourrissent votre travail d'enseignant et d'autre part avec les ressources produites collectivement….alors structure collective ah la très forte c'est le GFEN…y en a entre c'est le labo de physique, il faut que je mette aussi ah…collègues de SVT…l'aide et l'apport de ces formes collectives pour votre propre travail…comment je représente ça…votre apport…ah alors, les deux dernières…alors, tout ce qui est plus l'enseignement de la physique et plus l'enseignement de la chimie ou les thèmes of…bof…je suis pas capable de…mettre en relier, il faut que ça soit là-dessus…c'est pas plus par rapport à la physique. Alors, éventuellement la seule chose qui reste c'est que Nicole, elle est plus chimiste de formation, Gilles il est plus physicien de formation. Donc, on peut avoir une petite différence là-dessus mais en nettement je vois ça vraiment un [ecdotique] et les connexions de tout ça…il me semblait assez insensible à l'histoire de physique, chimie ou thème. Donc, je sais pas trop comment je peux faire apparaître quelques choses là-dessus…alors, les connexions donc moi, je travailler avec voilà…on travaille beaucoup ensemble…on travaille avec les échanges du lycée d'autres matières ha qui ont fait des stages au GFEN avec nous, avec qui on partage des préoccupations communes. Moi, je travaille pas mal avec d'autres personnes ailleurs qui s'intéressent aux sciences…ah, j'ai des contacts avec quelques collègues d'autres établissements, je me tiens au courant qu'est-ce qu'ils font…alors, qu'est-ce que je précise ? Il faut que je précise là nature de ces interactions dessus ?

104I : Oui.

105P : (il écrit)…alors, est-ce que c'est important que je commente à l'orale ou…ça intéressant ?

106I : Oui c'est intéressant…je sais pas si vous pouvez, vous me disiez que…moi, ma question : c'est quoi par exemple vous mettez, vous mettez une interaction.

107P : Une flèche.

108I : Une flèche et moi j'aimerais bien savoir l'aide de cette interaction et l'apport et si vous avez un apport ?

109P : Dans l'autre sens

110I : Oui oui c'est ça.

111P : D'accord…alors bon en gros…j'ai mis que des flèches quand dans deux sens quand il y a des apports aussi propres. Donc alors, j'ai mis un peu en priorité, donc Nicole et Gilles, on échange énormément de choses donc c'est difficile de détailler ah je vais mettre des grosses flèches ha…on échange sur…énormément de sujets de niveau de manière assez [ ]…ce que j'ai raconté toute à l'heure. Alors, avec les autres collègues qui connaissent le GFEN on a des échanges sur qu'est-ce qu'on fait avec nos élèves, comment les difficultés qu'on rencontre, les faire travailler comme ça,…, moi…fin nous…nous ça fait plusieurs années qu'on est en GFEN et on a des collègues qui…qui commencent à faire les premiers pas, donc, ça va être nous les aide un petit peu. Alors, on leur dit voilà…voilà comment on fait, voilà ce qu'on a, les difficultés qu'on rencontre, voilà les solutions qu'on essaie…donc ça les aider de…y en a l'inverse, on se nourrit aussi de ce qui…discussions qu'on fait avoir avec eux c'est-à-dire réfléchir avec eux, difficultés rencontrés, je sais pas, je pense à mon collègue de philo par exemple on passe beaucoup de temps à parler tout ça…ah, avec d'autres personnes…alors, il se trouve, je suis en contact avec d'autres personnes dans d'autres villes de France qui sont des scientifiques et qui sont au GFEN et avec eux j'ai beaucoup d'échanges sur…sur très pointé sur le cours mécanique, le cours un peu compliqué donc on a beaucoup discuté de ça, on a beaucoup discuté épistémologie, histoire des sciences, et puis dispositifs de travail parce que j'ai travaillé avec eux sur une séquence que j'ai faite, on a beaucoup analysé c'est les gens qui sont assez [costauds] au niveau épistémologie donc voilà… par ailleurs j'essaie de me tenir un peu au courant de ce que d'autres collègues de physique font, des collègues que j'ai connu avec qui on a pas mal travaillée à d'autres époques…j'essaie de rester un petit peu connecter à ce qu'ils font…parce qu'ils font des choses intéressantes et c'est bien de se renouveler de temps en temps…avec les autres collègues de physique du lycée (son lycée), ils sont trois François, Rami, Taima…alors, ils sont pas en gros le problème c'est que…on a…on partage une culture avec le GFEN, on a j'appelle l'auto-socio-construction de savoir et le problème c'est que…quand on partage, les collègues qui sont pas là dans, on a du mal après à partager des choses, y a Rami qui lui a déjà fait des stages avec le GFEN qu'il aimerait bien aller dans cette direction mais y a pas beaucoup de temps consacré. Du coup, il avance à son rythme, donc j'interrogerais pas mal pour…je dire en soutien pour l'aider à, des fois ah ben tiens je suis en train de faire là-dessus on réfléchit ensemble et je suis plus là en terme de…je pose une position un peu de, je l'aide à se former…François, on a des discussions mais qui est pas plus sur les je dirai les terminales ITEC (innovation technologique et éco-conception), le Bac le modalité et d'évolution…pour le seconde, on parle un peu mais ça reste, on se tient au courant mais ça reste un peu superficielle. Taima…j'ai pas trop d'échanges avec elle, c'est une collègue de physique appliquée qui rejoint notre équipe là récemment parce que les prof de physique appliquée ont disparu et ils sont devenus de profs de physique…elle sur le STI2D (science et technologies de l'industrie et du développement durable), du coup on n'a pas trop échanges…alors, elle a [une façon hyper classique dans le cours de physique]…y a pas la même culture de l'enseignement je dirais hhh.

112I : Et justement votre apport surtout en physique, ou en chimie, ou sur la manière d'enseigner ?

113P : Sur la manière d'enseigner.

114I : Surtout pour Rami…vous disiez l'auto-socio-construction ?

115P : Oui…les collègues de SVT je les évoquais aussi parce qu'on a…l'année dernière…moi depuis longtemps j'ai envie d'essayer de nouer de contact avec eux, un travail avec eux parce que je trouve qui y a un enjeu, on enseigne une science expérimentale beaucoup de choses entre potentiellement, entre la physique et la chimie mais concrètement…on le fait pas trop ça c'est dommage par manque

de temps…l'année dernière on a eu une expérience intéressante on a constitué des conséquences en commun justement avec Nicole, moi, les prof de SVT sur l'environnement, développement durable, une ville fin c'est une séquence [auto en jeu vidéo] c'étaient sympa. Donc on a pas mal travaillé ensemble mais ça pas être suite. Et puis, là ma collègue Nathalie qui est-elle parait, j'avais fait un stage avec le GFEN, donc on partage un petit peu de références communes…elle, elle a fait un chapitre sur l'énergie ah…en SVT la besoin de notion d'énergie, du coup je l'ai proposé d'essayer de prendre moi un petit peu de temps « physique », parler de l'énergie avec les élèves en seconde avec mes élèves de seconde parce que elle ça l'aident à…à l'utiliser dans son cours…Donc voilà, on a des petites interactions mais ça reste épisodique…

116I : Et les interactions entre vos sur la manière d'enseigner,

117P : Sur tout, c'est la manière d'enseigner…c'est sur la manière d'enseigner moi à concrétiser dans tel, tel exemple donc dès qu'on peut, on essaie de discuter de…telle partie, comment fait, ah…c'est ça peut être de la physique, de la chimie ah…

118I : Je peux poser la question : votre apport dans ce groupe-là (groupe : moi, Nicole, Gilles) c'est plus en physique, ou c'est plus en chimie ? Même Nicole,

119P : Même voilà Nicole, elle a une formation chimiste ah…c'est vrai des fois je peux…mais…j'ai envie de dire ça…ça vient secondaire cette histoire-là, c'est pas ça…c'est pas cette catégorie qui structure les choses fin, je vois pourquoi on parle de physique, de chimie et de thèmes parce que c'est ça qui structurent le travail de beaucoup enseignants…moi par exemple : les catégories qui structurent des différents d'échanges c'est plutôt : Est-ce que ça porte sur l'évaluation, est-ce que ça porte sur l'épistémologie de savoir. Par exemple avec Gilles, j'ai des relations beaucoup plus soutenues sur le savoir, sur l'épistémologie de savoir, d'histoire des sciences, on réfléchit beaucoup ensemble là-dessus. Avec Nicole, j'ai des relations très soutenues sur comment évaluer les élèves ? Bon et voilà, je dirai les entrées, les catégories qui structurent notre travail, c'est pas celle-là c'est pas de celle de physique, chimie, ou thèmes.

120I : Et vous…vous me disiez, Gilles surtout l'échange en histoire de savoir, Nicole pour l'évaluation des élèves, et pour les échanges, votre aide ou votre apport ?

121P : Ben…moi, je m'intéresse aux deux ah…c'est…ah, je suis pas je m'intéresse à tout ça…moi, j'aurai envie de dire alors peut-être, c'est pas c'est caricaturale de dire tout ça, moi par exemple : je suis, je suis, je suis très investi dans le GFEN…je suis en temps partiel. Donc, j'ai du temps pour m'intéresser à ces trucs ça. Moi, j'ai envie de temps je nourris…Gilles et Nicole, avec le GFEN m'apporte et eux en retour…bon on peut dire ça. S'il faut caricaturer, on peut caricaturer comme ça. Moi, je suis en temps partiel, je passe beaucoup de temps avec le GFEN et je stimule, je nourris Nicole et Gilles mais eux aussi je dire ils sont dans, et aussi partie à des stages ils se forment donc…ensuite Nicole ah elle a été très intéressé, elle passe beaucoup de temps à rechercher des trucs sur l'internet par ailleurs elle a été, elle a été très motrice sur l'histoire d'évaluation ah…celle qu'elle a monté un outil d'informatique pour saisir des évaluations par compétences etc…et du coup, elle me…c'est avec elle que je travaille sur cette histoire ça…moi l'histoire d'évaluation pour moi c'est important parce qu'on a voulu ensemble d'arrêter les notes et donc c'est vrai, on a beaucoup travaillé ça. Gilles lui, il est très branché ah donc GFEN mais lui il poussait sur le groupe « sciences » et il est très…il est plus réceptif que Nicole sur les histoires des épistémologies de savoir…donc c'est vrai du coup…on…c'est plus avec lui j'interrogeais là-dessus…ah, et après c'est vrai que voilà sur ce que j'ai dit au départ sur que…comme je plus disponible…je suis un moteur sur ces questions…encore Nicole elle était très moteur sur l'évaluation…Nicole elle était très motrice aussi y a un truc elle est très fortes, elle passe beaucoup de temps sur l'internet, elle est butiné chercher elle fait, c'est elle qu'elle fait la veille, la veille internet qui. Et donc, régulièrement, elle nous envoie des messages avec ah j'ai trouvé ça, j'ai trouvé ça, j'ai trouvé ça et donc je me nourris énormément de tout sa recherche sur l'internet

que j'ai pas…que je prends peu de temps de le faire, je suis pas faire…elle m'apporte énormément avec ça donc je peux le marque ça si tu veux (c'est-à-dire ajouter cela sur le schéma).

122I : Oui.

123 P : Veille internet, évaluation, ah…épistémologie ah…voilà…mais voilà ce que je veux dire c'est que…ce qu'il me semble important là-dessus y a d'autres choses qui structurent nos échanges qui ne sont pas ces histoires, physique, chimie, thèmes…c'est relativement transparent par rapport à ces trois catégories.

124I : Et surtout pour les séances d'astrophysique ça sera,

125P : Euh ben, sur les histoires d'astrophysique en gros…c'est pas…par exemple ah donc sur l'histoire de spectre et astrophysique pour élargir ah…je suis allé et puis chez beaucoup de choses dans les documents, les images, les animations flaches que Nicole avait plus rassemblées en butinant sur internet, elle a sur le clé-USB plein de trucs super riches. Et puis, je suis plus échangé avec Gilles sur justement comment aborder cet aspect astrophysique d'un point de vue, histoire des sciences, épistémologie de savoir.

126I : c'est fini le premier temps. **Avez-vous déjà pratiqué la démarche d'investigation pour mettre en œuvre la partie « spectre-astrophysique » en seconde ?**

127P : Non, la partie spectre-astrophysique non…je n'ai pas encore pratiqué la démarche d'investigation fin…avant cette année ?

128I : Oui avant cette année.

129P : et cette année non…avant non pas trop non.

130I : Pour cette année, en quoi les séances que vous élabore correspondent à des démarches d'investigations ?

131P : Ben alors, j'ai envie de dire alors la partie spectre c'est…c'est une partie jusqu'à présent où je n'avais pas trop justement eu le temps, le temps de le…la retravailler avec cette optique…de l'auto-socio-construction de savoir. Je l'avais priorisé d'autres parties du programme et cette partie-là ben c'est un peu de laisser et de faite c'est parce que j'avais…c'est une partie j'avais un peu laissé en sommeil et là depuis l'année dernière je me suis dit bon aller cette partie c'est là c'est une partie qui est riche, il faut que…que j'arrive à le faire une place plus intéressante et que je trouve une façon de la faire vivre qui m'est satisfaite en accord avec…en gros comment faire l'enseignement de la lumière en auto-socio-construction ? Ah…sur la partie de lumière là au début de l'année c'est justement ce que j'ai essayé de faire…j'ai essayé de faire une façon alors je suis pas complétement convaincu mais voilà j'ai tenté de…de faire un travail dans cette optique là et sur la partie astrophysique ce que je vais tenter de faire pour la première fois, c'est la première fois où je vais aborder l'astrophysique dans cette optique…alors, on appelle ça la démarche d'investigation si on veut.

132I : Quels sont les effets les plus importants que vous attendez de cette séance en termes d'activités des élèves et d'apprentissage ?

133P : Ah…moi clairement les élèves s'intéressent…se questionnement, cherchent, ils prennent plaisir et arrivent à construire quelques…quelques représentation clés sur comment fonctionne la physique et comment…comment l'étude de la lumière et la spectroscopie permet de…de comprendre le fonctionnement des étoiles…ils partent des savoirs là-dessus…qu'ils leur resteront pendant longtemps.

134I : Avez-vous rencontré des difficultés ou des problèmes lors de la préparation de vos séances avec des démarches d'investigations ? Si oui, les quels ?

135P : Ah, of…le problème et la difficulté c'est celle pour toute séance c'est-à-dire de trouver ah en gros, premièrement, d'arriver identifier dans un chapitre qu'on veut faire c'est quoi les enjeux,…arriver à se mettre au claire sur qu'est-ce qu'on veut effectivement faire passer, qu'est-ce que…, qu'est-ce qui est un ecdotique…et qu'est-ce qui est ce qui est au cœur donc ça c'est la première difficulté…deuxième difficulté c'est ben une fois identifier sur quoi on voulait…quels étaient nos objectifs c'est pas quels sont les moyens de faire travailler pour atteindre ces…ces objectifs et ensuite ben…comment concrétiser ça c'est-à-dire comment arriver avec un temps limité à rassembler des ressources à concevoir une séance qui fonctionne. Moi, j'ai envie de dire la principale difficulté c'est celle-là c'est l'histoire de….de temps et des compromis qu'on fait entre la séance idéale qu'on aimerait construire et de séance qu'on arrive à construire avec le temps qu'on dispose.

136I : Prévoyez-vous des difficultés ou des problèmes lors de la mise en œuvre de ces séances ? Si oui, lesquels ?

137P : Oui, c'est-à-dire que concrètement c'est une séance que je pourrais…imparfaitement préparée voilà je l'ai fait ça lundi prochaine, j'ai peut-être la moitié ah ou entière des ressources que…que je vais donner aux élèves ah…donc, je pense qu'elle sera pas suffisamment préparée mais en même temps je me dit c'est pas grave parce que de toute façon une séance il faut la…la tester une fois qu'est-ce qui va, qu'est-ce qu'il va pas…reréfléchir en parler avec les collègues, l'améliorer pour la fois d'après c'est-à-dire qu'une séance…les séances auto-socio-construction de savoir qu'on l'impression d'essayer mettre en œuvre avec Nicole et Gilles c'est des choses qui soit tellement un peu compliquée à mettre en œuvre que c'est des choses se murisse sur plusieurs années de tout façon…donc, je sais que ça va pas être parfait, je sais que...les documents sont pas tous adaptés, les questionnements sont pas forcément toujours les plus pertinents ah…l'animation, je serais pas peut-être au top mais en tout cas ce que je sais ce sera une expérience sur laquelle je pourrais m'appuyer pour…essayer de nourrir ça pour l'année prochaine.

138I : Quel sera votre rôle en classe lors de la mise en pratique de ces séances ?

139P : Ce sera de…d'introduire le problème, de donner des consignes, d'animer le travail ah...et puis peut-être de trouver un moyen à la fin…d'aider les élèves à structurer leurs apprentissages…alors en essayant de leur indiquer qu'est-ce qui est fondamentale…des choses qui sont accessoires, des choses sur lesquelles j'aimerais tout le monde soit au point ensemble voilà.

140I : Quel est le rôle que vous assignez aux élèves au cours des séances prévues ?

141P : Euh ben, ils auront à…à lire des documents, ils auront à s'approprier un questionnement…lire des documents, les comprendre, travailler à plusieurs, collaborer dans le groupe pour…pour s'aider pour s'expliquer des choses, pour s'entrainer aller présenter, ah…ils auront en gros ils auront actifs pour construire leurs connaissances quoi…à être actif dans les apprentissages ah…voilà.

142I : Est-ce que les groupes, ils sont déjà organisés ou ?

143P : Alors, ça…c'est un gros débat que j'ai eu en ce moment ah…sur le schéma, j'ai pas, je peux rajouter les collègues de la classe (Jean rajoute sur le schéma de travail collectif des collègues avec qui il discute sur les groupes d'élèves)…parce que ah…voilà il se trouve notamment avec deux collègues de la classe essentiellement (il écrit sur le schéma : gestion…groupe)…ah…en gros y a des…avec la collègue de maths là qu'elle a aussi fait des stages GFEN et qui essaie de faire travailler les élèves en groupes. On a des difficultés qui est, y a certains groupes qui fonctionnent bien, et d'autres qui fonctionnent pas parce que les élèves quand…en gros, ils se mettent à leurs copains spontanément, puis ils (les élèves) me disent quand je suis avec des copains de toute façon, je peux pas travailler on a envie de bavarder d'autres choses…et, on essaie de se battre entre guillemet avec eux pour faire comprendre…ah l'importance de s'impliquer dans qu'est-ce qu'il passe en classe et que…et du coup avec les élèves on…y a tout enjeu sur la constitution des groupes…les élèves, ils disent ah ben écoutez ! il faut pas nous mettre avec nos copains, il faut nous mettre avec d'autres

élèves…mais en même temps, s'ils sont avec des élèves avec qui ils entendent pas ils arrivent pas à travailler non plus…donc on a voilà y a une discussion avec…avec les collègues sur comment…comment on compose les groupes et comment on essaie de faire une sorte que les élèves qui ont plus à mal s'impliquer arrivent à s'impliquer quand même et donc on avait avec la collègue de maths…de redéfinir des groupes qui nous semblaient plus fonctionnelle.

144I : Pourquoi avec les collègues de ?

145P : parce qu'elle…elle essaie de faire travailler en groupe aussi alors, les autres profs, ils sont [… 1h : 43min]…donc, avec la prof de maths, on essaie de travailler fin…les méthodes de travailler qu'on essaie de faire vivre en classe se retrouvent.

146I : Et à la fin, vous arrivez à faire des groupes adéquats ?

147P : Ben ça c'est tout neuf ha…c'est après le conseil de classe qui a lieu…y a dix jours…y a réfléchit…on a dit bon on va essayer…on va essayer de constituer les groupes, on va essayer de forcer les élèves à…Euh là pour l'instant c'est tout neuf donc on n'a pas encore, je sais pas encore si ça sera concluant quoi.

148I : Oui, pour les séances, ça sera nouveau quand même ?

149P : Euh ben, ça sera nouveau, je l'essaie de,…donc là je vais dès cet après-midi-là, j'ai un cours, je vais essayer de proposer des nouvelles compositions pour les groupes et je vais voir qu'est-ce que ça donne ?

150I : Combien d'élève dans chaque groupe ?

151P : Quatre, groupes de quatre élèves.

152I : Vous avez combien au totale dans ?

153P : 30 élèves en classe entière, et 15 en TP.

154I : Lors de notre entretien de l'année précédente, vous avez fait un schéma de votre système de ressources donc de l'ensemble des ressources que vous utilisez pour organiser votre enseignement. Ce que je vous demande de faire est de noter sur un papier calque les ressources que vous avez utilisées (allez utiliser) et les ressources produites pour préparer ces séances en astrophysique (cours, TP…) et aussi de noter les changements éventuels dans votre système de ressources : s'il y a donc de nouvelles ressources qui ont été ajoutées et intégrées dans l'ensemble de vos ressources. Vous devez donc préciser dans ce schéma quelles sont les ressources auxquelles vous avez fait (allez faire) appel pour préparer vos séances et les nouvelles ressources au cas où il y a de nouvelles ressources qui viennent s'ajouter à l'ensemble.

155P : (il voit son schéma de l'année précédente). Donc, ça c'était ah…ce que j'avais dit l'année dernière sur comment j'avais préparé mon cours l'année dernière ?

156I : Oui.

157P : Et donc cette année, il faut qu'est-ce qui a changé par rapport à l'année dernière c'est ça ?

158I : Oui et tout ce qui a en vert c'est concerné le spectre (c'est un rappel parce que l'enseignant a mis dans son schéma de l'année précédente tout ce qui concerne le spectre en vert).

159P : Ah oui y a cette histoire-là aussi la spectroscopie…voilà, j'aperçois que…je sais plus si la réaction elle est importante ici mais c'est, c'est vrai qu' [on lit en sage : 1 :46 :45] j'ai, j'ai oublié la

spectroscopie, je l'ai reliée à l'astrophysique mais j'ai aussi envie de la relier à la chimie à la classification des éléments, ça sera encore une…quand j'ai parlé des liens entre parties encore une idée en l'air, j'espère concrétiser un jour mais je pense pas que j'aurais le temps de le faire cette année bref…donc pour cette année pour le cours qu'est-ce que j'ai utilisé. Alors, pour le cours que j'ai fait en début d'année déjà sur le spectre ?

160I : Le spectre et après l'astrophysique.

161P : pour ce que j'avais fait, pour l'ensemble ?

162I : Oui.

163P : Alors, ça c'est pas vraiment des ressources mais c'est justement des…des façons de faire travailler les élèves (il parle des activités sur son schéma de l'année précédente)…alors, ça je l'ai repris ah…voilà, les flammes j'aimerais bien mais pas de temps. Je marque à côté les trucs ou… ?

164I : Oui si vous pouvez mettre pas de temps.

165P : Pas le temps mais c'est un truc expérimentale que j'aimerais bien de le faire. Ah, si avec…avec Gilles on a fait des tests, il voulait le faire…donc on a essayé…ah c'était pas si concluant…qu'on a laissé tomber…pas concluant je dis le spectre du flamme …docs astrophysiques et ben c'est ce que je vais réutiliser ah, textes d'histoires des sciences ah en astrophysique ah alors, l'histoire de l'institutionnalisation-synthèses de cours en classe cette année sur le spectre, j'ai repris ça en faisant des…des diagrammes [sur ce faite faire :1 :48 :50] c'est demander aux élèves de faire des diagrammes comme ça…ils organisent un peu qu'est-ce qu'ils ont tiré de cours, ou lors de faire un cours je leur disais voilà, vous organisez vos connaissances avec un schéma je fais ça à plusieurs groupes comparés…et après je leur ai proposé moi mon diagramme à moi…digramme conceptuel (il l'écrit sur le schéma), travaux d'écriture, restitution adonnées de savoir donc ça c'est…je l'ai oublié pour l'évaluation essentiellement et je vais réutiliser pour la suite ha…ah, alors qu'est-ce qu'il y avait d'autres encore, dispositifs utilisés dans d'autres matières ou d'autres chapitres oui…discussions avec des collègues bon ben oui ça…ça pas bougé, ressources documentaires ah…pareil, je continue à utiliser, bon les documents de mes collègues la du coup, je les utilise moins ce que j'avais déjà fait ce travail-là l'année précédente donc c'est essentiellement les archives des années précédentes …productions élèves de l'année dernière je pense que j'en ai pas utilisé ah si y avait le brainstorming au départ que j'avais oui est-ce qu'il est là (il cherche de ce document), il manque, il manque un porte-vues…voilà, le seul ça je l'ai utilisé un peu sur le brainstorming c'est-à-dire qu'en gros quand je commence mes séances alors en disant qu'est-ce que vous savez ? Faites un peu le point sur le niveau de vos connaissances…et l'année dernière j'avais gardé des brainstormings des élèves et j'avais relu un petit peu pour remettre dans un bande… et je l'ai réutilisé pour je leur dis voilà, pour gagner un peu de temps voilà, ce que les élèves avaient fait l'année dernière, qu'est-ce que vous pensez, compléter alors….je sais pas comment le faire apparaître là-dessus en gros l'idée pour cette année c'est vrai que ce que j'ai fait, j'ai essentiellement repris le canevas du début de cours où je faisais un petit peu brainstorming, un espèce de TP cours sur les sources de lumière et c'est quoi un spectre ? Et en gros, je me suis réinspiré ces trucs là pour aller plus loin parce qu'en gros l'année dernière j'avais fait avec ça, j'avais fait le stricte minimum sur les spectres et donc, cette année j'ai repris ce que j'ai fait l'année dernière et j'ai essayé d'aller plus loin…ah notamment, pour la partie astrophysique que j'avais pas faite…donc, ce que j'ai pas réutilisé le protocole expérience (il met x sur ce mot dans le schéma papier calque), je l'ai laissé tomber, textes d'histoire des sciences je l'ai repris, illustrations astrophysiques ah je l'ai à prendre, fiches TP spectre je l'utilise plus, et donc là ce que j'ai utilisé : le canevas, séances TP cours plus onde électromagnétique plus le cours (il écrit tout cela sur le Pier calque) voilà…je repris ce que j'avais fait l'année là-dessus je l'ai…je l'ai ressorti tel quel…voilà.

166I : y a le texte historique de ?

167P : Ben, je l'ai mis, c'est celui-là le texte là…texte d'histoire des sciences…y a…si, je vais mettre toutes les illustrations (il écrit cela), c'est-à-dire que toutes les illustrations qui sont dans mon truc là c'est des choses que j'avais produit l'année dernière…donc, je les réutilisais cette année voilà…j'ai pas passé de temps d'aller les rechercher. Y a aussi l'évaluation (il écrit cela) le document d'évaluation, j'ai pas, j'ai pas pris exactement les mêmes…mais je me suis largement inspiré…qu'est-ce qui y avait d'autres que j'avais déjà l'année dernière…et si le tableau de TP (il écrit cela) le tableau de classement spectres pour les TP, (il écrit) le doc sur les ondes plus vidéos sur les ondes, je les ai réutilisé…ce qui était nouveau c'était les diagrammes faire l'institutionnalisation là pour la synthèse de connaissances voilà…

168I : Le diagramme, vous allez utiliser ce truc là avec les élèves pour les séances astrophysique ?

169P : Je sais pas.

170I : D'accord.

171P : Je crois pas, je pense pas mais on verra c'est…je vais voir ça dépendra comment ça se passe ?

172I : Mais c'est nouveau par rapport à l'année dernière ?

173P : Oui, ça c'est fait partie des…c'est un par exemple un axe de réflexion que j'ai fin…au sein de GFEN avec les profs essaient de mettre en œuvre des…Des démarches auto-socio-construction on a une [préoccupation 1 :55] commune. Le problème auquel on se confronte tous qu'on a du mal à régler c'est de…donc on arrive assez facilement à…à mettre les élèves dans la réflexion, à faire qui comment ça…ça posait les questions etc. Par contre, on a toujours du mal à les…à les faire atterrir après c'est-à-dire qu'une fois qu'ils ont…qu'ils ont bien convergé, on sait comment est-ce qu'on fait pour arriver …à se fixer sur quelques objectifs d'apprentissage… pour être s'assurer qui se partagent par tout le monde…donc, ça c'est quelques choses qui reste difficile à faire. Et du coup, on est plusieurs à s'interroger sur comment on fait ça ? Et je sais…du coup avec Nicole et avec Samy le collègue de philo…on…de temps en temps en fonctionne des cours…on fin…moi par exemple j'essaie de voir est-ce que cette façon de faire c'est pas ça serait pas une façon d'aider les élèves à…à structurer collectivement des connaissances qu'ils auraient construites.

174I : C'est les élèves qui font ça ?

175P : Oui.

176I : Par groupe ou ?

177P : Après classiquement, par groupe c'est-à-dire chaque groupe réfléchit à un…un schéma comme ça, après on montre les schémas qui ont été fait par les différents groupes. Donc, par exemple ce que je leur fais, je leur fais…ah, j'ai fait une photocopie de…de ce que les différents groupes on produit…et puis après on a un moment de travail pour dire qu'est-ce que vous en pensez quoi ? Est-ce que vous vous retrouvez des choses pareilles, différentes ? Est-ce que vous êtes d'accord, pas d'accord ? Et on essaie de voir qu'est-ce qu'on retient pour…qu'est-ce qu'il vaudrait garder pour un schéma qui serait un schéma commun. Alors idéalement, ah…si on avait le temps si on prenait le temps, on irait jusqu'au bout on ferait un schéma commun et c'est vrai des fois je…là par exemple pour l'occurrence je leur ai donné moi, mon schéma…je leur ai dit écoutez ! Voilà…vous travaillez vite fait là-dessus, vous réfléchissez, voyez est-ce qui va, est-ce qui va pas ? Puis hop ! Je vous dis moi quelle…quelle est mon interprétation de truc…donc ça c'est quelques choses que j'ai tenté, Nicole, elle a tenté ça plein fois sur plein parties de programmes sous des formes différentes. Soit elle leur donner, soit elle leur reconstruire en leur donnant un petit bout [c'était où organiser 1 :57 :50] soit elle leur demander d'imaginer directement…fin, elle a tenté pas mal de choses et elle m'a montré à chaque fois ce qu'elle faisait…du coup moi, j'ai fait mes expériences de mon côté euh…et j'ai montré

ça à mon collègue de philo qui avec lequel on avait déjà…s'interroger comment on aide les élèves à conceptualiser personnellement de recherche ? Et, je lui dis ben voilà, regarde, qu'est-ce que tu en penses ? Qu'est-ce que ça t'inspire ? A ton avis, est-ce que c'est…ça va être une aide ou pas la conceptualisation ? Ah, c'est intéressant (la réponse de son collègue de philo) je sais par on va voir…j'essaie de le faire travailler dans ma classe…Voilà, c'est un axe de recherche…sur lequel on est trois ah à réfléchir ensemble-dessus, Nicole, moi, Samy.

178I : Vous avez marqué ça dans le schéma ?

179P : Non…je peux le rajouter…par exemple marquer donc…j'ai mis une étoile ha !

180I : Oui.

181P : Samy philo…une étoile là c'est-à-dire que…diagramme conceptuel…pour le passage j'ai oublié de mettre pour le spectre pareil…pour le spectre j'ai pas indiqué ah…ce que j'avais…Nicole et moi c'est la même couleur…des couleurs là…ce sont toutes ah…y a des bleus c'est la même bleu…il faut que je mette en noir…donc là c'est sur les illustrations…puis Gilles sur le dispositif de travail…le colloque historique…c'est un peu plus lisible.

182 I : J'avais au départ une question sur le colloque historique que par exemple vous découpez chaque période s'il y a une évolution pour le savoir comment ça se passe après cette période-là ? Et le travail avec les élèves : Est-ce que chaque groupe travaille sur une période par exemple ?

183P : Oui.

184I : C'est comme ça ?

185P : Oui.

186I : Et le découpage ça dépend aussi de… ?

187P : Et le découpage ça qui est…qui est délicat qui peut être à réfléchir à plusieurs…voilà sur un domaine particulier comment, quel découpage faire ? Ah…y a toujours plusieurs solutions donc ça c'est des…il faut y réfléchir.

188I : Troisième temps concerne une représentation schématique pour les tâches, les manières d'accomplir, et les justifications d'utilisation de cette manière ou ces manières. Dans le cadre d'un échange scolaire, vous partez à l'étranger un an, un sosie vous remplace, c'est quelqu'un qui a la même apparence que vous. Vous devez lui expliquer quelles sont les taches, la (les) manière(s) d'accomplir ces tâches et vos justifications pour l'utilisation de celles-ci pour l'enseignement de la physique et l'enseignement de la chimie et plus particulièrement à l'enseignement de la séance prévue (spectre-astrophysique) et l'enseignement de la séance (le système chimique et son évolution, écrire l'équation de la réaction chimique avec les nombres stœchiométriques corrects) avec quelles ressources vous avez recours. Ma question c'est : **Pouvez-vous nous faire un schéma qui montre à votre sosie les taches, manières d'accomplir ces tâches, et vos justifications d'utilisation celles-ci pour l'enseignement de la physique et pour l'enseignement de la chimie, et plus particulièrement pour l'enseignement des séances prévues avec quelles ressources vous avez recours.**

189P : C'est énorme, c'est pour une heure…ok, je peux relire les consignes ? Il est marqué…

190I : Oui, y a trois points.

191P : Bon, c'est faire un truc…donc, j'ai mon sosie qui fait mon cours ha on est d'accord c'est ça ?

192I : Oui.

193P : Il prépare pas le cours, il le fait, le cours est prêt, la séquence est prête, les ressources sont disponible, il doit mettre en œuvre ?

194I : Oui.

195P : Qu'est-ce qu'il a à faire ? Alors…donc ah…alors puis il faut que je distingue sur là…donc en gros pour deux cours un cours de chimie, un cours de spectre-astrophysique ah…alors, il faut que je classe par priorité, je fais peut-être d'abord dans d'autres chronologies que ça m'aidera à trouver…

196I : Plus générale, par exemple vous pouvez lister les six tâches les plus importantes pour l'enseignement de la physique et pour l'enseignement de la chimie avec la manière ou les manières d'accomplir ces tâches avec vos justifications.

197P : hum hum.

198I : Après vous pouvez mettre pour chaque séance : spectre-astrophysique et séance de chimie.

199P : Oui mais je pense a priori y aura des choses qui sont très communes entre elle…donc, la séance spectre-astrophysique c'est celle que je vais faire ha c'est pas celle qui est passé ?

200I : Oui.

201P : sur celle que je vais faire et sur ce que je ferais avec celle sur l'aspect transformation chimique…alors (il dessine sur la feuille son schéma)…bon ah, j'ai ai mis c'est sans ce truc là…ah, alors…(il continue le schéma) bon voilà, moi j'ai envie de mettre ça les trucs importants…ah ça c'est…c'est rassemble en fait, celle-là ça va ensemble…alors, première rôle c'est ah…les consignes de travail, régulation…bon c'est, j'ai envie de dire ah….les gestions de la classe classique : il voit les élèves, qu'ils s'installent, obtenir de calme, leur attention, lancer, lancer le travail, leur dire ce qu'on va travailler, faire le lien avec ce qui a été fait, et j'ai envie de dire ah…formuler les consignes de travail c'est-à-dire voilà ce que je demande de faire, faire de sorte le soit visible…s'assurer que ça a été entendu ou que ce qui ont pas entendu ah [s'informer après des autres : 2 :10 :10] voilà…j'ai envie de dire le travail d'animateur…ah tout ça le travail d'animateur et bon…animateur de base…ensuite, y a un travail qui est très important et très difficile, il consiste il va falloir regarder ce que les élèves font…arriver à suivre, à écouter, à voir qu'est-ce qui se passe, à lire ce qu'ils écrivent, à s'informer sans gêner sans perturber leur travail, avec l'optique de comprendre ce qui se passe c'est-à-dire les élèves sont en train de réfléchir, ils sont en train de penser, ils sont en train de se confronter aux savoirs qu'on veut [2 :11] la séquence et il faut qui…il faut comprendre ce qui se passe étant prof…par exemple y a un groupe qui démobilise, qui semble arrêter travailler pourquoi ? Est-ce que c'est à cause une difficulté qui rencontre par rapport au savoir ? Est-ce que c'est une problème d'autre raison qui est indépendante, y a un groupe qui parle dans une direction ah qu'est-ce qu'il fait penser ? Qu'est-ce qu'il associétait ça etc…donc, y a tout un travail qui est difficile de…de compréhension et d'analyse de ce qui est en train se passer dans la classe parce que cette…cette compréhension et cette analyse, elle va avoir deux conséquences, elle va premièrement fin j'ai envie de dire premièrement, il va guider…je dirai tout le travail animateur mais en haut niveau c'est-à-dire les élèves sont en travail et le prof a avoir, joue un rôle de ce qu'on appelle l'étayage c'est-à-dire que y a des élèves à limite, ils travaillent tous seuls, ils se débrouillent, ils font…mais y en a plein qui vont rencontrer des difficultés, qui vont risquer de baisser les bras, qui vont…et donc le prof doit être là en soutien et ça peut être pour reformuler les consignes, pour relancer la réflexion avec des nouvelles questions, pour fournir une aide ça peut être un document complémentaire qu'on donne ou alors une petite explication ciblée sur quelque chose, ou alors quelque chose qui va stresser les élèves, pour l'encourager, pour lui dire de par exemple c'est un élève : j'arrive pas c'est trop compliqué (l'élève qui dit cela) par exemple je lui dis ah…que ben en s'appuyant sur ses collègues dans ce groupe en fait il peut arriver quand même, quand un élève a compris quelque chose pour faire un sorte ce qu'il a compris et les partager avec les autres…bon voilà, c'est plein petites actions que l'animateur peut, doit avoir pour que l'activité fonctionne, les élèves soient, arrivent, à…à travailler mais pour faire ça il faut qu'il comprenne qu'est-ce qui se passe…voilà par exemple c'est un exemple ha c'est-à-dire voilà y a une difficulté dans le travail, dans la compréhension d'un truc, y a un obstacle à franchir…tel élève va décourager, pour confronter cet obstacle parce qu'il travail tout seul, il se dit qu'il comprends pas il va jamais comprendre, il faut lui dire par exemple l'autre dans le groupe là, y a un élément de la solution…dis-lui toi qu'est-ce qui se pose le problème et lui peut-être qu'il va te donner quelque chose et puis en échange par exemple le travail de groupe collectif de…de renforcer voilà c'est un

exemple…ou alors d'identifier que tel groupe est en train de bloquer sur tel difficulté qui est une difficulté conceptuel qu'on a identifié et on sait à ce moment-là quand il bloque là-dessus on peut leur donner tel petit pousse mais des fois il bloque mais c'est pas sur ce problème conceptuel, sur d'autres choses parce que y a machin qui [2 :14 :20]…voilà en gros c'est pas facile d'arriver à comprendre où en sont les élèves ? Qu'est-ce qu'il passe ? Et cette compréhension en fait c'est-à-dire l'articulation entre le dispositif de travail qui proposait les consignes, l'organisation, les élèves où en sont, ce qu'ils ont dans la tête et puis le savoir qu'on veut travailler ah…une séance c'est des choses un peu expérimentale là-dessus c'est-à-dire que au moins c'est longtemps qu'on fait [les séances… :2 :14 :50] c'est des choses on se met au claire en décrivant qu'est-ce qui se passe, et donc le faite de comprendre qu'est-ce qui se passe c'est très importante pour mon sosie il faudra que la réflexion ce qu'il voit, ce qu'il comprends, qui a une trace éventuellement pour faire évoluer le dispositif la fois d'après en disant j'ai vu que tel obstacle par exemple on voit qui y a un obstacle qu'on a pas anticipé sur lequel on n'a pas mal de groupe qui bloquent, peut-être dans ce moment-là il serait bien de prévoir un moment de travail, on donne telle aide ou on reformule la consigne de telle façon, et cette compréhension il faut absolument garder une trace parce que sinon on ne peut pas nourrir le dispositif d'une année à l'autre. Donc, je veux qui….qui voilà que à la fin à la séance…alors, moi en générale quand c'est moi qu'il fait, j'essaie me souvenir que c'est un truc important, je peux les noter mais c'est mon sosie il faut qu'il ait une trace critique qu'on puisse partager…Et puis enfin, y a un stade c'est le…j'irais toujours à la fin des fois quand le travail a été fait y a des moments où les groupes présentent leurs recherches et là y a un travail qui est assez subtile justement pour aider la synthèse collective…c'est-à-dire quelque chose à la fois oui on s'appuie sur ce qui disent les élèves, et en même temps nous en tant qu'enseignant on sait on relance des questionnements soit on pointe des choses qui nous semblaient importantes, on souligne, on dit voilà, tel groupe a des telles choses, tel groupes a telles d'autres choses, le lien entre les deux, il est important donc…ça du coup, il faut que le sosie il est à la fois en tête c'est le logique de savoir qu'il veut transmettre qu'il veut les élèves s'approprier et à la fois qu'il arrive à articuler ça avec le logique de travail qu'on produit les élèves, de quoi les élèves sont porteurs ? Qu'est-ce qu'ils sont capable de mettre en partage et puis après y a un rôle d'animateur justement pour arriver à faire ressortir tout ça et tricoter tout ça et ça c'est la partie la plus difficile en générale pour laquelle il faut…je dirai un peu de recul…sur le savoir…sur le dispositif de travail ah…et en générale, c'est des choses qu'on a un peu tous de tendance à en proviser…parce que justement ce que tout à l'heure c'est là c'est une phase sur laquelle on se sent un peu [d'éliminer : 2 :17 :20]. Autant, […] ah…situation-problème bon c'est-à-dire…on arrive à faire des choses qui fonctionnent plutôt bien mais cette phase finale elle est un peu souvent délicate alors, des fois on s'en sort faire un cours magistral à la fin comme les élèves qu'ils aimeraient bien…c'est une façon faire ça coupure ah…dis bon écoutez c'est le bazar, vous avez bien réfléchi, vous avez du mal à vous y trouver…je vous dis, moi ce que je voulais comprendre, pour faire un petit cours magistral à la fin…comme les élèves ont pas mal cherché, ils vont à être…y a plusieurs choses qui soient réceptive à ce qu'on leur explique et qui le comprennent mais en même temps si on peut arriver à…c'est…qu'on peut utiliser mais en même temps je sais que les apprentissages sont plus solides et plus consistants si c'est les élèves qui arrivent à créer aux mêmes la synthèse…si ils sont actifs dans la construction la synthèse si c'est pas le prof qui fait à leur place. Donc, le sosie devrait capable en fonctionne comment la séance c'est passée, en fonctionne de dynamique des élèves, de…de choisir entre plusieurs façons de conclure…ah soit de manière des explications magistrales soit en s'appuyant justement sur est-ce que les groupes ont pouvoir de produire en fonctionne de temps qu'il reste, de temps qu'il a passé etc. Donc là, il y aura des choix, des arbitrages à faire, qui dépendent de beaucoup de facteurs…alors, je vois bien c'est détaillé mais c'est un peu compliqué.

202I : Oui en fait, l'action c'était pour l'enseignement de la physique, pour l'enseignement de la chimie, pour particulièrement pour l'astrophysique et la transformation chimique ?

203P : Est-ce que ça fait du…est-ce que ça fait de différences entre les deux. Moi, j'ai envie de dire a priori c'est valable pour les deux cas c'est suffisamment générale pour être appliqué, est à l'enseignement de la physique, est à l'enseignement de la chimie. Et notamment pour le spectre alors, la différence entre spectre-astrophysique est…la différence entre spectre-astrophysique ils vont

travailler en gros sur des ça va être une activité documentaire où ils vont lire un texte…et donc là les obstacles que les élèves rencontraient alors dire ah je peux peut-être mettre là-dessus (il écrit) : obstacle astrophysique ça va être de la lecture de documents, y a des élèves qui sont pas à l'aise, avec des textes trop longs qui…qui ont du mal a repéré des idées dans un texte et donc il faudrait être attentif à….à ça et c'est peut-être essayer de prévoir un étayage sur cet aspect et là on a plein documents comment on fait pour s'y trouver, pour s'y croiser les idées entre ces documents en ressortir les idées essentielles ah et puis y a un aspect présentation orale c'est-à-dire qu'on va leur demander dans ce...dans cette activité de se préparer à faire une présentation pour le reste de la classe…et autant y a des élèves qui sont plus à l'aise spontanément qui ont pas de difficultés mais là justement y aura des élèves qu'il va falloir qui se leur dire vous allez avoir à présenter quelques choses à l'orale entrainez-vous, faites en sorte qui sont pas l'élève le plus à l'aise qui le passe mais que le groupe on a une petite préparation…sur les histoires de réaction chimique alors…le problème c'est que…y a pas potentiellement énormément de choses différentes quand on va faire sur la réaction chimique mais…ah, en gros j'ai envie de dire pour catégoriser il va, y a voilà l'aspect expérimental qui sera différent…qui sera nouveau.

204I : Comment ça ?

205P : Sur l'aspect réaction chimique.

206I : Oui.

207P : c'est-à-dire que dans cette partie-là on va travailler sur un aspect…il y aura des manipulations…et que ça implique d'autres contraintes en terme de…ça va être d'autres types de difficultés puis d'autres types d'étayages à fournir aux élèves. Notamment par c'est un exemple ha souvent y a de fois des élèves qui aiment bien en chimie ils font la cuisine c'est jolie c'est pasta…mais ils se posent pas de questions sur la manipulation…et je pense qu'une des difficultés dans l'animation, l'animateur…devra régulièrement justement veiller à…à bien garder c'est quoi l'objectif, c'est quoi l'enjeu de travail ha c'est de faire des expériences certes mais d'essayer de réfléchir à partir de cette expérience ah de conceptualiser à partir de cette expérience et autant sur astrophysique une des faiblisses récurent des élèves ça va être le rapport au texte à l'écrit autant là sur la partie transformation chimique une des faiblisses des élèves ça va être que spontanément ils cherchent pas à conceptualiser un travail expérimental voilà…donc c'est des enjeux qui sont différents sur lesquels il faut que…il faut que mon sosie soit attentif mais c'est pas les seuls y en a d'autres je pense en creusant ça illustre bien.

208I : Avec quelles ressources vous avez recours pour chacune ?

209P : Et ben en gros alors…les ressources communes je le mettre en vert les ressources ha…y a…j'ai un script de la séance j'appelle ça canevas aussi je sais pas c'est-à-dire ça dit étape par étape, qu'est-ce qu'il faut faire pendant cinq minutes on fait ça, après pendant dix minutes on fait ça, après pendant un quart d'heure on fait ça…donc y a le temps qu'en indicatif, y a des consignes…de travail qu'on donne aux élèves ça c'est une ressources…après y a les…j'appelais ça les ressources documentaires on peut dire ha…alors, ça non c'est pas des…c'est pas des ressources…ça peut être donc les documents ce sera par exemple les pochettes que je vais constituer au colloque historique sur les différents…que je donnerai à différents groupes, ça peut être…là-dessus y en a pas mais ça peut être des vidéos, des animations…je l'ai mis comme parce que souvent on utilise pas mal mais y en a pas dessus, ou ça peut être des matériels qu' y a des expériences à faire…donc en occurrence en chimie, pour la partie astrophysique ce sera des documents, pour la partie chimie ce sera des matériels réaction chimique mais pas que sur la partie réaction chimique y aura aussi y aura des, y aura peut-être des, y aura peut-être des animations fi…voilà, des supports, des choses qu'on donne avec lesquelles les élèves, ils doivent travailler par exemple sur l'histoire de réaction chimique, je vais travailler avec des modèles…des modèles microscopiques qui représentent la matière avec des atomes et des molécules…donc ce serait une ressource…et puis après est-ce que c'est…je sais pas, est-ce que des papiers-crayons, affiches c'est des ressources je sais pas quand je leur fais des affiches.

210I : oui c'est bon et merci beaucoup.

Annexe 7.3. Transcription de l'entretien à chaud

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI), P désigne le professeur physique-chimie.

1I : Alors euh… on commence par les pochettes ? Comment avez-vous constitué euh… chaque pochette euh… et puis euh… par exemple plus précisément, vous m'avez dit la dernière fois qu'à partir du « Roman des éléments », vous avez tiré des textes et après vous avez commencé à construire des pochettes…

2P : Alors, en gros, tout ça, c'est parti euh… mon histoire c'est parti de euh… c'est parti d'une proposition de Gilles, là qui me disait de faire une espèce de colloque historique et qui prenait un peu lui, son thème, c'est de dire : « Je prends une question et euh… je regarde plein de repères historiques, de ce qui s'est passé, etc. » Moi, j'avais un document euh… que j'avais tiré de l'Observatoire de Lyon que je n'ai pas là, mais il faut que je l'imprime, qui était un diaporama qui racontait l'histoire de l'astrophysique. Donc, il parlait de Newton, qui découvre la lumière, de Bunsen et Kirchhoff de… enfin, voilà. Euh… et donc euh… c'était la première fois que je… que j'avais un document qui me présentait un peu cette histoire. Je me suis dit : « Ben, tiens, je vais essayer de m'inspirer de ça pour euh… trouver euh… quelques grands… quelques grands jalons. » Par ailleurs, il y avait le Roman des éléments donc qui est source de mon livre de chimie, mais dans lequel ça parle de l'histoire de Bunsen et Kirchhoff et puis ça parle un petit peu de… de Newton, de la spectroscopie, du soleil et tout ça… Et c'est que ce bouquin, donc je l'aime beaucoup et je trouve qu'il raconte les choses de manière très intéressante et donc, j'ai essayé de partir un petit peu de ces trucs, de ces deux idées-là. J'ai pris les extraits du Roman des éléments qui m'intéressaient et je suis allé et essayé de chercher sur internet, ben des… des ressources en lien avec les autres euh…

3I : Vous m'avez dit euh, tous les week-ends avant le… les séances euh…

4P : Voilà, c'est ça.

5I : Vous avez commencé à…

6P : Alors, en gros, j'ai… j'avais… j'ai photocopié toutes les pages qui me parlaient de ce qui m'intéressait et après, j'ai fait un montage en ne gardant… en essayant de ne pas tout garder, puisque c'était trop long, en gardant juste les passages qui étaient intéressants donc euh… et je les ai regroupés par euh… par euh… sur les différents thèmes hein… Donc, là, il y a découvert de l'hélium dans le soleil que je n'ai pas utilisé euh… les raies de Fraunhofer euh… les… l'Analyse spectrale de Bunsen et Kirchhoff, raies de Fraunhofer c'est là, Newton qui décompose la lumière, voilà. Je me suis constitué un… voilà, ça c'est un montage à partir du Roman des éléments, donc ce qui me semblait intéressant. Après, j'avais commencé à rassembler un peu des pochettes, des documents par… sous différents thèmes. Alors, les différents thèmes que j'avais au début, c'était euh… alors je voulais faire un truc sur l'astrophysique moderne, je voulais faire un truc sur la vie et la mort des étoiles, ce que je viens de raconter aujourd'hui et puis j'avais euh… plusieurs autres thèmes, un truc sur l'effet Doppler, un truc sur Fraunhofer, Newton et début, Wien Loi de température et euh… l'énergie des étoiles. Ça ressemble plus ou moins à ça.

7I : Les thèmes que vous avez choisis, c'était à partir de… le Roman des éléments ou… ?

8P : Non, c'était à partir de la diapo alors

9I : La diapo…

10P : En partie, à partir du diaporama, l'histoire de la physique, l'histoire de… de l'astrophysique. Euh… alors, ce n'était pas exactement ça. Je ne me rappelle plus, mais c'est en gros, c'est un truc que j'avais discuté avec Nicole et Gilles à la réunion qu'on s'était faite. Je leur avais présenté mes pochettes et puis on avait discuté de : est-ce que c'est pertinent de… d'avoir des pochettes comme ça

donc… et notamment Gilles il me disait… puisque moi, ce n'était pas des pochettes historiques, c'est-à-dire que j'avais un truc sur euh une étoile, comment ça vit, un truc sur euh l'astrophysique aujourd'hui, un truc sur l'effet Doppler et puis euh… je me […] deux pochettes historiques. Alors, lui, il m'a dit : Mais t'es sûr qu'il ne faudrait pas refaire un truc beaucoup plus historique où chaque… puisque lui, dans son… il a utilisé ça sur euh… pour l'atome où il avait vraiment un truc sur euh… une pochette égale à une personne, une date, une découverte, chacun et il me disait : « C'était plus facile pour les élèves » alors que moi je leur faisais des pochettes qui… qui avait l'air un peu compliquées, avec beaucoup de choses. Et la semaine d'avant, j'avais fait pareil, la même chose sur le Big Bang et les pochettes, il y avait trop de choses, ça a été difficile pour les élèves. Donc là, c'est pour ça que la discussion qu'on a eue, c'était : est-ce que… comment constituer ces pochettes, comment les découper en sous-thème pour euh…Que ce soit à la fois compréhensible pour les élèves et euh… Bref et donc euh… cette réflexion m'a amené à faire un ensemble de pochettes : Vie et mort des étoiles et astrophysique moderne, je l'ai sorti pour travailler avec les élèves. Alors… ah oui… peut-être que je vais le dire, donc dedans, dans chacune de ces pochettes ben il y a plein de choses que j'ai tirées d'internet, euh… on peut les regarder un peu en détail, mais…

11I : Par exemple là sur Bunsen et Kirchhoff, vous avez des extraits du Roman des éléments et après vous avez euh… intégré des… des documents de l'internet ou comment ?
12P : Oui, c'est ça. Ça, par exemple, c'est un document qui vient d'un site qui s'appelle astronomes.com, euh… qui parle justement de l'astrophysique et c'est une partie du document, c'est-à-dire que c'est celle qui parle des raies spectrales et je crois euh, l'autre partie du document euh… peut-être que je l'ai mise dans euh… ou même pas… je ne l'ai même pas mise là-dedans. Si, c'est ça : température et couleurs. Voilà.

13I : C'est du site euh… astronomes.com.

14P : Voilà. Ça, ça vient du site astronomes.com. Donc, c'est le même document, mais j'ai partagé en deux pour euh… faire entrer dans les deux pochettes.

15I : J'ai une question, euh… vous avez d'abord euh… fait ces pochettes après… vous avez discuté avec euh… vos collègues ou euh… ?
16P : J'ai fait… j'ai fait une première version des pochettes, c'est-à-dire j'avais commencé à rassembler plein de documents un peu… un peu au hasard. J'ai fait… je les avais vite regroupés, mais je n'étais pas très satisfait du regroupement que j'avais fait. Je savais bien qu'il y a des choses qui n'allaient pas forcément. J'en ai discuté avec Gilles et Nicole et à partir de la discussion que j'ai eue avec eux, je suis retourné chercher les documents qui me manquaient et j'ai redécoupé euh…

17I : Vous pouvez me montrer euh… un exemple, après cette discussion-là euh… des documents que vous avez ajoutés à une pochette, un exemple…
18P : Euh… qu'est-ce que j'ai pu modifier ? Ça, je vais le savoir grâce à ça, je crois. Euh… tout ce que j'avais noté, mais… oui, c'est ça… (Feuillette des documents). Voilà, par exemple euh… non, non, ça je l'avais fait après… (Feuillette des documents). Par exemple j'avais euh… une pochette sur la Découverte de l'hélium.

19I : Oui.

20P : J'avais fait une pochette effectivement "vie et mort des étoiles" que je comptais utiliser à partir de ressources euh que j'avais déjà là, c'était un peu le diaporama que j'ai présenté, mais aussi dont j'ai parlé là, Robert in Space. Voilà, je m'étais imprimé ça et je comptais mettre ça dans une pochette. Enfin, une pochette à faire travailler avec les élèves. Euh… je n'avais pas mis dans mes pochettes la loi de wien sur la température et… couleur parce que ça n'était pas dans le diaporama initial que j'avais trouvé à l'Observatoire de Lyon, et c'est en discutant avec Gilles et Nicole que je me suis rendu compte que ça manquait en fait. Euh… pareil, le truc euh… alors j'avais pas, j'avais des documents astrophysique moderne, notamment un document là que j'ai distribué là aujourd'hui, à la fin, aux

élèves, que je trouvais très bien puisqu'il racontait super-bien toute l'histoire astrophysique, mais le problème, c'était quelque chose qui résumait un petit peu tout. En gros, il y avait deux approches. Soit il y avait une approche historique qui consistait à dire, à telle époque, voilà ce qui s'est passé, voilà ce qu'on a compris. Soit, c'est une approche, je dirai plutôt euh… conceptuelle. C'est-à-dire euh… en astrophysique, on s'intéresse aux raies pour connaître la composition, ou on s'intéresse euh… à la couleur pour trouver la température, ou on s'intéresse à l'effet Doppler pour trouver la vitesse. C'est-à-dire quelque chose qui est en fait, un panorama des connaissances actuelles où on découpe les connaissances actuelles en sous-parties ou alors, un panorama historique où on s'intéresse un peu à différentes époques : qu'est-ce qui s'est passé ? Et moi, j'étais un peu pris entre les deux. Je n'arrivais pas trop à me dépatouiller euh… entre les deux. Et Gilles m'a convaincu de… c'est bien d'abord de rester sur un truc un peu historique, on raconte une histoire euh… ben voilà. Un peu ça l'idée.

21I : Alors, vous avez mélangé un petit peu les deux… les deux approches.

22P : Ben au départ, je mélangeais les deux et j'ai essayé quand je… quand j'ai voulu faire travailler les élèves, en fait, de revenir à un truc très historique, c'est-à-dire que chaque groupe travaillait sur une époque et sur la rupture qui a eu lieu à cette époque. Alors, ça… après dans les pochettes du coup, je mets dans des choses sur la personne qui découvre, des bibliographies, mais je mets aussi des choses qui expliquent le phénomène que la personne a découvert. Voilà.

23I : D'accord. Moi, ce que j'aimerais bien, c'est pour chaque pochette, rapidement…
24P : En détail ?

25I : En détail, oui.

26P : OK, mais je veux bien. D'où viennent les documents ?

27I : Oui, oui, d'où viennent les documents, préciser euh… avant le week-end, après le week-end, après la discussion, avant la discussion.

28P : D'accord.

29I : On commence par Raie spectrale, Bunsen et Kirchhoff. Là, c'est euh… c'est des extraits de…

30P : Du Roman des éléments.

31I : De Roman des éléments. C'est tout. Après, ça de… du site astronome

32P : Astronomes.com

33I : ça, c'est…

34P : Alors, par exemple, moi… ou très concrètement, ou ce document-là, astronomes.com ou l'autre moitié est dans… je l'avais dit tout à l'heure-là euh… celui-là, voilà… avant, ces deux trucs-là, c'était un seul et même document que j'avais mis dans la pochette astrophysique moderne, puisque c'est un document actuel qui explique aujourd'hui comment on fait de l'astrophysique. Voilà. Donc, ça, c'était un seul document qui était dans cette pochette-là. Euh… et à la fin, quand j'avais des idées plus claires de ce que je voulais faire, je me suis dit : bon Astrophysique moderne, on va le… on ne va pas le travailler avec les élèves ou alors si on le travaille, ce sera peut-être dans un deuxième temps. Et du coup, par contre, ça, je vais le découper. Je vais avoir des documents tirés du Roman des éléments qui vont raconter les découvertes et ce document-là va repréciser le principe de la physique pour que les élèves arrivent à bien comprendre de quoi il s'agit. Voilà.

35I : D'accord. Et euh… après… Température et couleurs ?

36P : Alors, ça, c'est… donc, d'abord, ça, c'était un des trucs là, justement c'est tiré du site Robert in Space, là dont j'ai parlé qui est une de mes sources importantes et fréquentes. Donc, pourquoi les étoiles ont-elles des couleurs différentes ? Il y avait une page là-dessus qui… qui explique euh… cette histoire-là assez simplement. Donc je me suis dit : voilà, ça, c'est la physique expliquée pour que ça soit compréhensible. Il y a la deuxième partie de l'article, astronomes.com, dont j'ai parlé tout à l'heure, qui rentre un peu plus dans les détails et j'ai rajouté les deux biographies des deux physiciens qui ont justement, qui ont inventé, qui ont découvert ces lois, Wien et Stephan.

37I : Et c'est tout retravaillé le week-end, c'était avant les séances ou ?

38P : Ça, c'était juste avant les séances.

39I : Avant les séances.

40P : Alors, bon ça, c'est… ça, c'était déjà présent avant, le truc de Robert in Space, mais tout le reste, astronomes.com, donc je l'avais déjà présent… je l'avais déjà avant… et c'est ça, j'ai juste rajouté euh… à la fin.

41I : Et ça, de l'internet de quel site ?

42P : Wikipédia.

43I : Wikipédia.

44P : Et je peux marquer dessus, vite fait, les trucs, d'où ça vient non ?

45I : Oui, oui.

46P : Au fur et à mesure, comme ça… C'est en gros ce que tu veux savoir c'est : ce que c'était avant ? Après ? Parce qu'en gros là, en termes de date… il y avait euh… Le week-end euh… où j'ai fait les photocopies de… du Roman des éléments. Après, il y a eu le week-end, il y a eu la réunion avec Nicole et Gilles et après il y a eu le week-end où j'ai finalisé avant de commencer. C'était ça hein… le timing. Donc, il y a le week-end 1, le week-end 2.

47I : D'accord, oui.

48P : Et la réunion. Donc, ça, c'est pendant le week-end 2, euh c'est Wikipédia. Ça, c'est alors… week-end 1, astronomes.com et week-end 2, c'est… je l'ai séparé en deux pochettes. Ça, c'est week-end 1, Robert in Space. Et ça, c'est week-end 2, Wikipédia. Voilà. Euh… Donc, ça, c'est astronomes.com, week-end 1 et après, en week-end 2, c'était coupé, séparé. Ça va, tu comprends ce que ça veut dire ?

49I : Oui.

50P : Et ça, c'est Roman, tu le reconnaîtras ?

51I : Oui, Roman des éléments.

52P : Ce n'est pas la peine que je le marque ? Effet Doppler, euh… donc ça, je l'ai trouvé quand ce truc-là ? Week-end 1, la source : internet euh… j'ai dû chercher effet Doppler images euh… j'ai pris tous les trucs qui me passais ; week-end 2 : internet images. En gros, c'est recherche par mots-clés sur Google Images, hein… je cherche effet Doppler, je regardais les illustrations, on a cherché des illustrations. Euh… ça, c'est Robert in Space : week-end 1. Ça, c'est… c'est quoi ça ? Ça sort d'où ? Histoire de l'effet Doppler physio, ça, c'est… je sais plus d'où ça sort ? Ben si, c'est l'OHP, l'Observatoire de Haute-Provence, sur le site de l'OHP. Je l'avais déjà trouvée cette ressource-là, ça je l'avais déjà puisque dans mon premier cours sur le spectre, en début d'année, je leur avais donné

une… puisque j'ai quelque chose que je n'avais pas étudié… des repères historiques et… donc ça, c'est euh… des ressources de premières séquences spectres. Ah non, pas sur l'effet Doppler, pardon. Alors, comment dire… en fait, dans les premières séquences spectres, j'avais une ressource qui était l'Histoire de l'astrophysique justement, que j'avais donnée aux élèves, et je suis retombé dessus, où est-ce qu'elle est ? Je ne sais plus. Bon. Et je suis retombé sur le site où je l'avais trouvé et je me suis aperçu en fait, qu'ils racontaient beaucoup de choses sur euh… sur l'astrophysique plus largement et notamment sur l'histoire de l'effet Doppler. Donc, le site, il est là hein. Euh… Recherche ressources… Bibliographie, ça c'est euh… ah tiens, ce n'était pas Wikipédia celle-ci. C'était… eh ben, c'est la même. Ça, c'est dans le même truc, c'est euh… c'est un site, l'OBS HP, Observatoire de Haute-Provence, c'est un peu ça. Et en gros, les… là, j'avais trouvé que les bibliographies qu'il y avait sur Wikipédia pour Doppler et Fizeau, elles n'étaient pas sup… pas très intéressantes. Ils ne racontaient pas grand-chose et sur ce site-là, il y avait euh… une biographie des deux et j'avais les deux en même et j'ai tout pris et c'était… ça allait mieux. Et ça, et ça, et ça… ça, c'est aussi le site… Voilà, j'ai trouvé une bonne partie sur ce site-là. Ils ont un dossier sur l'effet Doppler qui était bien fait, en fait. Voilà. Alors là, c'est sur… donc euh… raies de Fraunhofer sur Wikipédia. Donc, ça, c'est le week-end, tout ça c'est… effet Doppler là, j'ai fait… ce n'était pas indiqué quand c'était week-end 2, week-end 1, week-end 1. Ça c'est week-end 2, j'ai complété week-end 2, week-end 2… week-end 1, ça, c'est euh… week-end 1 aussi. Celle-ci a été toute faite en week-end 1 ; et la source de l'énergie des étoiles, donc ça aussi c'était en partie astronomes.com : week-end 1. Euh… week-end 1, site du CEA, week-end 1, week-end 1, j'avais tout fait sur week-end 1 celui-là. Euh… alors, pareil, mais ça aussi c'est des choses qui ont changé de pochette, je crois. L'Astrophysique nucléaire au départ je voulais le mettre dans l'Astrophysique moderne. Je pensais que c'est un article résumé de toute astrophysique, et en fait, en le lisant, en relisant, je me suis aperçu que ça parlait essentiellement des réactions nucléaires dans les étoiles. Euh… j'ai supprimé la fin qui était trop compliquée, j'ai gardé que ça et je l'ai mis dans cette pochette. Changement une pochette, week-end 2.

53I : Est-ce qu'il y a des documents ajoutés après la discussion avec vos collègues ? Après la discussion avec vos collègues, est-ce qu'il y a…

54P : Des documents que j'aurais changés de pochette ?

55I : ou, rajouté…

56P : Ben, tous ceux du week-end 2, c'est après la discussion avec mes collègues.

57I : D'accord.

58P : Alors, est-ce que c'est lié à la discussion avec mes collègues ou pas ? C'est dur à dire hein… parce que ce n'est pas facile de répondre à la question parce que… en gros, quand j'ai discuté avec mes collèges, j'avais déjà les pochettes, mais je savais que ce n'était pas forcément ça que j'avais envie de faire. Je savais que ça n'allait pas trop et qu'il fallait que je remélange un petit peu mes pochettes. Euh… du coup, je leur ai présenté ça, mais en réfléchissant avec eux, en leur disant que… sans doute, il faudrait les faire évoluer. Donc, après, je l'ai fait pendant le week-end, mais c'était des… peut-être qu'il y a eu des choses que j'ai fait, que j'ai déjà envie de faire avant et d'autres qui me sont venues parce que j'en ai discuté avec eux et honnêtement euh… et puis je suis pas capable de… de faire la part des choses. C'est-à-dire que peut-être que j'hésitais entre plusieurs solutions et la discussion que j'ai eue avec eux m'a fait préféré une solution… plutôt qu'une autre, mais euh… J'ai envie de dire, tout ce qui est fait le week-end est lié à la réunion que j'ai eue avec eux.

59I : D'accord.

60P : Mais peut aussi correspondre à des choses que j'avais peut-être déjà pensées avant, mais pour lesquelles je n'étais pas sûr.

61I : Oui. Euh… pourquoi ces pochettes, pour vous ?
62P : Pourquoi ces pochettes ?

63I : Oui.

64P : Parce que c'est une modalité de travail, en fait qu'on a découvert en faisant… avec le GFEN pendant plusieurs stages. Euh… on a vécu plusieurs… plusieurs séquences qui fonctionnaient comme ça. En gros euh… chaque groupe a un travail sur un thème, a des ressources documentaires ou doit, à partir de ces ressources documentaires, présenter euh… de manière synthétique ce qu'ils ont compris sur leur thème, sur leurs questions et après chaque groupe présente. Alors, l'intérêt pédagogique du truc, c'est que ça… ça force chacun à être intellectuellement actif pour comprendre des choses, essayer d'en faire une synthèse. Donc, ça… ça force à réfléchir à ce qu'on… à ce qu'on fait. Et ensuite, quand chaque groupe présente, chacun est attentif à ce que… est curieux peut-être de ce que l'autre groupe va présenter, sachant qu'il sait que ce qui va être présenté est complémentaire de ce que, lui, a fait. Donc, ça peut aider à ce qu'il y ait justement un… une construction collective de… de savoirs. C'est un peu ça l'idée.

65I : Oui et à quoi ça sert les pochettes pour vous ?
66P : Ben à ça.

67I : C'est ça, mais…

68P : En gros, c'est… c'est des apports de connaissances pour lesquels les élèves doivent… alors, ils ont une question… ils ont une question, ils doivent répondre euh… ce qui s'est passé à cette époque et en quoi ça a fait avancer euh… les connaissances sur les étoiles ? Euh… donc, ils doivent aller lire les documents avec cette question dans la tête, essayer de dire : « Ben… ça, c'est important, ça, on le garde, ça on ne le garde pas euh… » Là je suis en train de parler pour les élèves ou pour moi ?

69I : Pour vous, après pour les élèves.

60P : Non, mais c'est quoi la différence ? Parce que pour moi, c'est pour les élèves.

61 : C'est-à-dire, si vous avez un objectif pour faire ces pochettes-là et après s'il y a un objectif pour les élèves de travailler sur les pochettes, après faire la présentation devant toute la classe.

62P : J'ai envie de dire que les objectifs sont ceux que j'assigne aux élèves. Enfin, je… j'ai du mal à faire la différence entre les deux en fait. Parce que moi, pour moi, ce n'est rien tout ça. Je… ça sert à quoi pour moi ? À faire travailler les élèves.

63I : D'accord. Et est-ce que vous avez pris des notes pendant la présentation ?

64P : La présentation des élèves ?

65I : Oui.

66P : Non.

67I : Vous n'avez pas du tout pris des notes euh… sur le travail des élèves, pendant ces séances-là ?

68P : Non. Je n'en ai pas pris, puisque je ne sais pas ce que j'en aurais fait de ces notes. Je croule déjà sous trop de papiers et…

69I : Après … chaque groupe… il a travaillé sur euh… une pochette, et pour les autres… est-ce que pour les autres pochettes, comment chaque groupe… chaque groupe arrive à euh… si on peut dire à comprendre ou à saisir les idées dans les… les autres pochettes.

80P : Alors, l'idée, c'est que je ne demande pas à tout le monde d'avoir une compréhension profonde de tous… de tous les aspects. Par exemple, ceux qui ont travaillé sur l'effet Doppler, je ne demande pas que tous les élèves soient capables de réinvestir, d'avoir compris l'effet Doppler pleinement. Par contre, je veux qu'ils sachent qu'il y a un truc qui s'appelle l'effet Doppler qui permet de trouver la vitesse des étoiles.

81I : D'accord. Et vous insistez toujours, quelle est l'idée, quel est le problème ?
82P : Voilà. Moi, ce que je veux, c'est que sur quelque chose, les élèves aient été intellectuellement actifs, qu'ils aient réfléchi, qu'ils se soient posé des questions, qu'ils aient travaillé plusieurs compétences, qui est de lire, extraire des informations, les synthétiser, les présenter à l'oral et qu'ils aient retiré des choses sur comment fonctionne un petit peu la physique, avec son histoire. C'est-à-dire qu'il y a des gens, des savants à une époque qui se sont posé des questions contre… Bon, ça, c'est des choses qui sont communes au travail de tous les groupes. Tous les groupes, ils ont fait ça. Ils ont travaillé sur l'histoire des sciences et ils ont mobilisé un certain nombre de compétences. Après pour que, globalement, tous ensemble, tout cela soit… ça fasse quelque chose qui… qui à la fois soit ambitieux en termes de contenu et soit motivant pour les élèves, bon, ben moi, j'avais envie de tester ça. Bon après, ça marchait plus ou moins bien, mais euh… moi, je fais l'hypothèse que voilà, on traite une question… une question importante, comment on est passé d'Auguste Comte aux connaissances aujourd'hui ? Euh… alors je pourrais leur donner un texte qui résume. Je pourrais donner le même texte pour tout le monde qui résume l'histoire de l'astrophysique, je ne sais pas s'ils s'engageraient dedans avec autant de… s'ils mobiliseraient autant de compétences pour le travailler. Tandis que là euh… En gros, j'aurais pu donner un dossier de documentaire sur l'histoire de l'astrophysique à tous les groupes ou le même, en leur disant : « tu le travailles et puis tu me fais une présentation. » Puis après chaque groupe présente… l'histoire de l'astrophysique, mais euh… si… s'ils travaillent tous sur la même chose et s'ils présentent tous la même chose, il n'y a pas forcément un intérêt qui est aussi stimulant que si chacun prend en charge une partie du problème et chacun essaie de creuser le problème, enfin sa partie de manière un peu plus profonde.

83I : D'accord.

84P : Mais bon… après du coup, voilà, chacun vient avec sa pochette, il a fait un effort, puisqu'il a fait quelque chose de difficile. J'avais des textes difficiles, etc. Euh… il en a retiré une synthèse, mais en même temps, pour lui, il y a toujours des petits trucs qu'il a gardés en plus, qu'il ne va pas raconter, mais, je veux dire, il aura plus de relief. Tiens, par exemple, en gros, il y a le Roman des éléments, celui qui a lu le… les textes du Roman des éléments, je pense qu'il a une vision de l'histoire des sciences qui est beaucoup plus riche que s'il avait juste lu quatre lignes qui résument Newton découvre ça et puis Bunsen et Kirchhoff découvrent ça. Euh… et si j'avais voulu que chaque élève s'intéresse à tout à la fois, il aurait fallu que je mette à chaque fois, sur chaque étape, sur chaque période quatre lignes. Tandis que là, sur une période, je mets un gros dossier, je lui demande de le digérer, je lui demande de présenter sa digestion aux autres. Euh… donc euh… il aura vraiment creusé un des aspects et ensuite, chaque élève, quand ils lisent les trucs, dans chacune des pochettes, il y a des références un peu aux autres questions aussi. C'est-à-dire que celui qui lit euh… truc sur Bunsen et Kirchhoff, il entend parler de Fraunhofer. Euh… et puis, quand du coup l'autre groupe va parler de Fraunhofer, il va dire : « Ah, tiens ! Ça en parlait dans mon histoire » et il va écouter plus ce qui est dit dedans. Voilà, ça, c'est le principe. C'est l'idée, c'est d'avoir plein de grosses pochettes où il y a des petites collections entre elles, euh… et où la recherche qu'a faite un élève, euh… en même temps le prépare à mieux écouter ce que les autres vont raconter, puisque les autres… les autres vont raconter des choses qui font écho à ce qu'il a pu voir dans sa pochette. Après euh… ça, c'est la… c'est la belle théorie. En pratique euh… ça fonctionne un peu, mais pas tout le temps. C'est-à-dire qu'il faut arriver à passer du temps pour faire des pochettes qui sont bien pertinentes, à faire un découpage, à chercher des thèmes. Donc, par exemple sur la séquence d'avant, sur le Big Bang-là euh… je… j'ai fait des pochettes un peu rapides et la prochaine fois, je vais les reprendre, je vais refaire mes documents autrement pour mieux exploiter ce principe-là et là, je

pense qu'il y aura un moyen aussi peut-être de mieux, enfin, d'améliorer encore tout ça… mais là c'était la première fois.

85I : Oui, c'est la première fois pour vous. Merci. Euh… est-ce que vous avez déjà utilisé les pochettes avec vos élèves en chimie ?
86P : En chimie, non.

87I : Pas en chimie, pourquoi ?
88P : Parce que euh… parce que c'est une façon de travailler euh… nouvelle.

89I : Oui. Ça fait combien de temps que vous utilisez les… les pochettes ?
90P : Ben, c'est… c'est cette année, c'est la première fois que je fais ça. C'est Gilles qui m'a fait vraiment euh… dans un cours sur l'histoire de l'atome. Euh… moi, je l'avais déjà vécu, j'avais déjà vécu des séances comme ça en stage avec le GFEN, euh… l'année dernière hein et l'année d'avant, mais pour l'instant, je n'avais encore jamais réinvesti ça en classe. Et là, cette année, c'est la première fois où j'essaie de le réinvestir. Donc, je l'ai fait sur le Big Bang et euh… sur ce chapitre-là, sur l'astrophysique.

91I : C'est la deuxième fois que vous…

92P : Oui, deuxième fois.

93I : En fait, j'ai vu un dossier sur euh… généralité sur les sciences physiques. Après, vous posez la question euh… le dossier de vos ressources euh… sur le spectre, l'astrophysique.
94P : Ah, oui.

95I : Donc, je prends le dossier et vous posez la question euh… c'est quoi la physique ? Euh… est-ce que vous avez d'autres dossiers? Qui pose la question, c'est quoi la chimie ?
96P : Non.

97 : Pourquoi ?

98P : Parce que la chimie c'est une partie de la physique.

99I : D'accord. Alors euh… quand vous disiez les sciences physiques euh… ça sera… ?
100P : Ça veut dire euh… sciences physiques et chimiques. La chimie c'est… par exemple la physique c'est le terme générique et dedans il y a l'astronomie, il y a la chimie, il y a la mécanique.

101I : Et si comme vous faites ou vous ferez un dossier avec la question c'est quoi la chimie ? Est-ce que…

102P : Ça changerait ?

103I : Oui, parce que vous… qu'est-ce que vous mettriez dedans comme des ressources ? Euh… parce que vous m'avez dit euh… vous découpez votre enseignement. Par exemple, il y a euh… la lumière, il y a la transformation chimique euh… il y a autre et c'est la lumière et la transformation chimique. Est-ce que vous avez un dossier spécifique pour la lumière et un autre dossier qui est spécifique… ?

104P : Les porte-vues là ?

105I : Oui.

106P : Oui, bien sûr. J'ai un porte-vues sur les transformations chimiques.

107I : Oui. Et vous… vous… vous n'avez pas posé la question, c'est quoi la chimie ?

108P : Ben si. C'est-à-dire que, mais euh… au même titre que c'est quoi la spectroscopie ? Au même titre que c'est quoi la mécanique ? Là, quand je posais la question, c'est quoi la physique ? En gros, c'était pour amener les élèves à avoir une réflexion épistémologique, c'est-à-dire c'est quoi cette discipline qui construit des savoirs sur euh… le monde ? Comment elle fonctionne ? Euh… en gros, c'est l'idéal, construire des modèles théoriques, elles vont confronter à l'expérience. C'est un peu ça que je veux leur raconter. Quand je dis, c'est quoi la physique ? C'est ça. Les physiciens inventent des modèles et cherchent à les rendre, à les confronter à l'expérience, à les rendre performants pour euh… prévoir les phénomènes, etc. Euh… quand ils s'intéressent aux transformations de la matière, ça s'appelle : la chimie. Quand ils s'intéressent aux mouvements des objets, ça s'appelle : la mécanique. Quand ils s'intéressent à ce qu'on voit dans le ciel, ça s'appelle : l'astronomie. Tout ceux-là font de la physique, au sens général du terme.

109I : Oui, mais je ne sais pas si vous avez posé la question, c'est quoi la physique, mais vous avez pas posé la question, c'est quoi les sciences physiques ?

110P : Ah ! OK. Alors, c'est quoi la physique ? Pour moi, ça veut dire : c'est quoi les sciences physiques ? C'était en ce sens -là que je l'entendais.

111I : Oui. Et toujours pour vous, c'est quoi la chimie ?

112P : C'est une conséquence de ce que je dis, sur : c'est quoi les sciences physiques. Même si je dis : c'est quoi la physique.

113I : D'accord.

114P : Alors après, sur cette distinction physique-chimie hein… c'est vrai, que je ne sais pas… une chose à regarder dans le programme. Est-ce que le programme nous demande de faire de manière équilibrée de la physique et de la chimie ? Je ne sais même pas. C'est sûr que si on regardait le nombre d'heures ou le nombre de semaines que j'ai passées sur des contenus qui sont chimiques, des contenus qui ne sont pas chimiques, je fais euh… beaucoup moins de chimie que le reste. C'est clair.

115I : Et… est-ce que vous trouvez qu'il y a des différences entre la physique et la chimie dans les… les registres symboliques ?
116P : Vaste question. Euh… a priori, enfin, par approximation oui, en physique, dans le registre symbolique, il y a tout ce qui est euh… usage de… d'équations, de formules, d'un calcul de grandeur à partir d'une autre. Bon, ça, c'est aussi présent en chimie. La manière pour les calculs de quantité de matières et tout ça… En chimie, il y a le formalisme, euh… des molécules et euh… des atomes, des équations-bilans. Après, il y a tous les formalismes, les courbes hein… les représentations graphiques qui sont communes aux deux. En chimie, oui, dans toutes les matières, c'est des histoires de modèles particulières, c'est-à-dire de représenter la matière sous forme de molécules euh… moi, c'est le modèle principal en chimie en seconde. L'idée, c'est de leur montrer justement, qu'on peut décrire la matière grâce à ça donc on a un petit… moi, je leur fais faire des petits dessins qui représentent des molécules. C'est un formalisme. Je ne sais pas. A priori comme ça, j'ai envie de dire : non, il n'y a pas beaucoup de différences. Après, on pourrait dans les détails, il y avait des formalismes qui sont étudiés dans certains cas et pas dans d'autres, mais…

117I : D'accord.

118P : A priori, non.

119I : Euh… en fait, j'ai une question sur euh… vous avez photocopié les travaux de vos élèves la semaine dernière. À quoi ça sert pour vous ?
120P : Quels travaux ?

121I : Euh… vous avez donné des travaux à faire euh… je pense lundi dernier et les élèves, ils ont laissé les travaux euh… C'est ça.

122P : Ah, oui. D'accord. Eh ben, c'est… en gros, c'est comme… J'essaye de profiter du fait que j'ai deux groupes qui font la même chose, les uns après les autres. Euh… et l'idée, c'est que… en gros comme à chaque fois, j'avais deux groupes qui travaillent sur la même pochette et je voulais que chaque groupe puisse voir ce que l'autre groupe avait produit.

123I : D'accord.

124P : Pour voir les différences, euh… les points communs, et que ça puisse les aider à enrichir et améliorer un petit peu leur travail. Ça, c'est un truc général, c'est-à-dire qu'enfin… général… ce qui nous anime, ce qui guide un petit peu notre boussole avec Gilles, Nicole et le GFEN. C'est ce qu'on appelle l'auto-socioconstruction. On a déjà parlé de ça ?

125I : Oui. Un petit peu moins.

126P : Et donc, il y a la dimension socio, c'est-à-dire que c'est dans la confrontation avec les autres, en confrontant son point de vue avec celui des autres, qu'on est capable de passer à un point de vue plus riche et supérieur. Et donc, j'essaie de profiter de toutes les occasions pour leur renvoyer à ce que les uns et les autres produisent. Donc, quand il y a un groupe qui fait quelque chose, qui a une idée, qui a un… je vais faire en sorte que ça aille vers un autre groupe pour que l'autre groupe, il se dise : « Ah ben, tiens, eux, ils pensent ça et nous, on pense ça et qu'est-ce qu'on en pense ? » Voilà, c'est ça. L'idée générale, c'est de… dans la façon d'animer la classe et de faire le cours. C'est pas en interaction avec moi que les choses doivent se passer, c'est en interaction entre eux. C'est là qu'il y a plus de choses qui se produisent et donc moi… Souvent, ce que je fais, c'est que quand on travaille une séance, les groupes produisent des choses, je récupère ce qu'ils ont produit et la fois d'après, je les photocopiais et je les distribuais à tout le monde, pour que chacun puisse aller voir ce que les autres ont fait.

127I : D'accord. Vous allez distribuer aux élèves ces photocopies…

128P : Ben, alors là, je l'ai fait. Là, c'était en gros, c'était la deuxième euh… c'est-à-dire que euh… le lundi, chaque groupe avait produit ça et le lendemain, le mardi, j'ai distribué ces photocopies. Donc par exemple le groupe qui travaillait sur euh… sur l'énergie des étoiles là, je lui ai donné la photocopie de l'autre groupe qui travaillait sur l'énergie des étoiles.

129I : D'accord, oui.

130P : Voilà, c'est ça que j'ai fait. Après, je m'étais dit que moi, j'aime bien… alors, moi par ailleurs, j'aime bien aussi garder des traces de tout ce que mes élèves produisent, parce que euh… souvent quand on parle de… c'est des choses que j'ai envie ou peut-être que je vais utiliser quand je travaillerai avec mes collègues. Parce que souvent, quand on travaille avec les collègues, on dit : « Ben, voilà euh… j'ai fait ça, j'ai dit ça, voilà mon plan. » Mais pour se rendre compte des effets que ça a de vouloir organiser des cours comme ça, c'est important de pouvoir dire, voilà ce que les élèves écrivent, produisent, quand on leur demande ça. Et… et c'est ça qui permet de se rendre compte d'un cours. Ce n'est pas en fonction de ce qu'un prof dit aux élèves de faire, c'est en fonction de ce que les élèves font à partir de ce que le prof leur a dit.

131I : D'accord.

132P : Et comme au sein du GFEN, on a pas mal de moments où on travaille, on essaie de travailler un petit peu sous nos différentes séquences eh ben… il y a des moments où… pour travailler, plutôt que de discuter en l'air, en essayant d'imaginer ce que les élèves font, ben, je dis voilà : « Tenez, regarde, voilà euh… voilà ce que les élèves ont produit, qu'est-ce que vous en pensez ? » Euh… ça

permet d'analyser euh… le savoir tel que les élèves arrivent à le… en groupe, ou comment est-ce qu'on peut juger de la pertinence d'une consigne, d'une situation de travail ? Eh bien, c'est en fonction de ce que ça permettra aux élèves de produire comme… comme choses, quoi.

133I : D'accord.

134P : ET c'est ce qu'on faisait souvent avec les affiches aussi d'ailleurs, au passage.

135I : Euh… j'ai une question euh…. Après, je reviens à vos schémas. Euh… qu'est-ce que la technologie change avec euh… les logiciels En physique ou en chimie ? Est-ce que cela change euh… votre pratique euh… ?

136P : Non, il n'y a pas de différence. En fonction de la physique et de la chimie ? Ou en général ? (Pff). Bon, la technologie, elle ne change pas grand-chose, je n'utilise pas beaucoup ça. J'utilise les en technologie au sens pas qu'informatique, y compris euh…

137I : En particulier, les logiciels physique euh… logiciels chimie parce que si on parle de technologie. Est-ce que vous utilisez des logiciels spécifiques en physique ou pour la physique ?

138P : Non. Là, ce n'est pas… ce n'est pas très significatif ça. J'utilise des animations en physique comme en chimie, j'utilise euh… non, il n'y a pas de différences.

139I : Et il n'y a pas… même… vous n'utilisez jamais les logiciels euh… en physique ou logiciel en chimie ?

140P : On va peut-être trouver, bah j'ai une animation sur euh… la classification périodique que j'utilise en chimie, je ne l'utilise pas en physique, mais part ça, enfin, fondamentalement, ça reste une animation et j'ai des animations en physique aussi. Donc, il n'y a rien de spécifique à la chimie. Euh… après euh… je sais pas, il y a peut-être des logiciels euh… je ne sais pas, le logiciel qui pilote, on est en phase d'acquisition pour tracer des courbes. Effectivement ben… je fais ça en physique et en chimie.

141I : Comment il s'appelle le logiciel ?

142P : Mesure électrique et régressive, potentiellement en chimie, pareil, on fait des acquisitions au cours du temps euh… avec… où on trace des courbes. Euh… en physique, il y a tout ce qui est pointage de vidéo, et puis des mouvements éventuellement. Oui, ça n'est pas en chimie, mais… Il n'y a pas d'autre… enfin, honnêtement…

143I : Est-ce que vous pensez que la technologie change, si on peut dire, la chimie en « recette de cuisine » ?

144P : Si grâce à la technologie, la chimie n'est plus euh… un truc de recette de cuisine ? Non. C'est euh. On a tendance à faire de la chimie en termes de recette de cuisine, et puis à côté, à essayer de faire des… équilibrer les équations, mettre dans le formalisme, pour ressortir de ça, ce n'est pas qu'une histoire de technologie non. C'est une histoire de… didactique, et pédagogique quoi. C'est… il faut… et justement, moi j'ai envie de dire, il faut… enfin, il faut voir la chimie comme étant simple… Enfin, il n'a rien de différent de la physique. C'est-à-dire qu'en chimie, il faut qu'on se trouve des modèles explicatifs, se confronter à l'expérience, euh… faire des hypothèses euh… comme en physique et c'est quand on arrêtera de croire que… enfin, traiter la chimie à part que… on fera autre chose que de faire des recettes de cuisine. Je pense. Les élèves, ils aiment bien la chimie à cause des TP. Voilà. Parce qu'on fait des recettes de cuisine euh… sauf qu'après, il n'y a pas de connaissances quoi.

145I : Et vos élèves, même cette année, ils aiment la chimie ?

146P : Alors, c'est vrai… mais après peut-être que ça se prête à certaines formes d'expériences, mais là, je veux dire là, je vais attaquer trois semaines de chimie. Euh… ce que j'ai fait avec à …, les deux années précédentes. Je veux dire ils ont une petite expérience et on fait trois semaines avec. De la même manière qu'on a fait une petite expérience sur le champ des boules quoi, je veux dire qu'on a fait un cours sur la mécanique avant. Donc, une première expérience sur un travail, et puis les hypothèses dessus, on invente un protocole euh… en physique comme en chimie.

147I : D'accord. (Feuillette un papier). Il reste 10 minutes.

148P : Ça ira ? On aura le temps ? Il faut que je dessine encore ?

149I : Non, non. C'est juste pour euh… justement euh… (Feuillette un papier). Voilà, c'est votre système de ressources (Représentation schématique). Est-ce qu'il y a des choses qui euh… ou des ressources qui ne sont pas là euh… dans ce schéma ou bien des ressources que vous n'avez pas utilisées dans les séances astrophysiques ?
150P : Je pourrais rajouter. Ben… là, ce que… est-ce que l'internet c'est quelque part, en voilà une ressource documentaire. Oui, c'est ça. Il faudrait rajouter internet ici. Euh…

151I : Utiliser la couleur rouge.

152P : Je le rajoute là-dessus ? Par rapport à ça, en fait, c'est… c'est contradictoire ça, parce que souvent, je sais que moi, je… quand je cherche sur internet des ressources, j'ai du mal à trouver des choses que je trouve pertinentes, etc. Et je préfère souvent avoir euh… des livres, des magazines que j'ai lus, je les garde ou je les mets de côté et je sais que je peux retrouver des choses dedans. Mais, c'est vrai que sur des choses sur lesquelles je n'ai pas chez moi, euh… les ressources documentaires qu'il faut, le temps pour les trouver, les ramener, les lire, les photocopier… euh… quand je suis pressé, c'est vrai qu'internet est pratique, mais je trouve qu'on ne trouve pas la même qualité de documents sur internet que dans les… que dans les revues. Bon, c'est pour ça que jusqu'à présent, je ne le mettais pas trop en avant parce qu'en général, je faisais des séquences comme ça, quand j'avais le temps. Et là, le fait d'être un peu pressé par le temps, ça m'a forcé à avoir beaucoup plus recours à internet. Est-ce que j'indique des choses que je n'aurais pas utilisées par exemple ou… ?

153I : Oui.

154P : Oui ? Discussion avec collègues, j'en ai parlé. Ressources documentaires, c'est bon. Les docs de mes collègues… euh… j'en ai… bah là en l'occurrence, je suis parti de zéro hein… je n'ai rien réutilisé. Ah si, des années précédentes, un peu… (Silence). Vraiment, je viens d'écrire un. Oups ! C'est mon protocole expérience similaire, ça je n'ai pas utilisé. Texte, histoire des sciences, j'ai utilisé. Illustration astrophysique… je les ai utilisés pour le diaporama, ouais. Diaporama final. (Silence). Euh… dans les dispositifs utilisant d'autres matières et d'autres chapitres, oui. Alors là, c'est quoi les activités ?

155I : Euh… les activités que vous mobilisez avec les ressources.

156P : Alors démarches d'investigation. Je ne sais pas si on appelle ça démarche d'investigation, mais donc, c'est ce que j'appelle mon colloque hein.

157I : Oui.

158P : Textes, histoires des sciences, oui. Pratique expérimentale, je n'en avais pas cette fois. Découverte des éléments, synthèse du cours, ben… Alors là, je n'en ai pas fait des rames conceptuelles cette fois-ci. Synthèse du cours, j'en ai fait une, photocopies à partir d'affiche. C'est ce document-là. C'est ce document de synthèse là que j'ai donné. Est-ce que c'est une synthèse de cours, je n'en sais rien, mais… travail d'écriture, oui. À faire pour éval. Voilà.

159I : D'accord. Et ça ? Les tâches avec les manières d'accomplir les tâches pour les séances euh… astrophysique (représentation schématique). Est-ce qu'il y a des choses euh… qui ne sont pas là ou euh… des choses que vous avez utilisées ?
160P : Qu'est-ce que tu as voulu dire là ? Animation, synthèse collective, c'est ma logique du savoir, selon l'objet du… C'est ça que j'ai voulu dire. Écoute, a priori, ça me va. Enfin, euh… Non, je n'ai pas de… je n'ai pas envie de changer grand-chose. Donc, c'était sur l'animation d'une séance, c'est ça ?

161I : Oui.

162P : Ce n'était pas sous sa conception, etc. Sur l'animation. Non.

163I : D'accord. Votre travail collectif… parce que vous avez dessiné ce schéma-là avant votre réunion avec Gilles et Nicole.

164P : Oui, ben… ça ne change rien hein. J'ai… on retrouve cette réunion-là euh… Non, ça… rien à part ça.

165I : C'est bon. est-ce que vous êtes satisfait à la fin, surtout le temps pour faire ces séances ?

166P : Deux séances de mardi et deux séances ...

167I : La première séance euh… vous avez quatre groupes. La deuxième séance, vous avez cinq groupes. Est-ce que ça pose un problème pour vous ou euh… ?

168P : Je dirai que c'est très… Ce n'est pas grave.

169I : Il n'y a pas de soucis.

170P : Non. Mais par rapport à quoi ?

169I : Par rapport aux élèves. Euh… ils travaillaient… surtout les travaux des élèves.

171P : Non. Après moi, j'étais euh… alors je n'ai pas compris le sens de la question. Est-ce que c'est… combien de temps tout ça a duré ? Est-ce que c'est le fait d'avoir des séances en TP, des séances en cours ?

172I : Oui.

173P : Tout ça ?

174I : En fait, la question euh… est-ce que… le temps euh… 1,30 heure, par exemple, ça permet de travailler les élèves avec euh… les pochettes ?

175P : Bon… Le problème c'est que c'est… bon, c'est une classe où il y a beaucoup d'élèves qui ont du mal à se mettre au travail, euh… à fournir un effort un peu… soutenu, euh et d'avoir euh… différents moments, notamment où ils ne sont pas trop nombreux. On avait vu que c'est les séances du mardi qui marchaient le mieux. D'autres, ils sont en classe entière et il y a une dispersion euh… là… Pour la première fois où on était parti, on travaillait deux heures, heureusement que j'ai arrêté au bout d'une heure parce que la deuxième heure, ça aurait été infernal quoi. Je pense qu'on n'aurait rien fait. Euh… et d'avoir une succession de petites séances, ça peut être bien aussi en même temps puisque bon… il y a une séance dedans, ils s'arrêtent, euh… ils peuvent souffler, ils repartent. Après, ça a un inconvénient, au contraire, que… ils n'ont pas le temps de se plonger dans un truc, il faut déjà arrêter. Enfin, je… je ne sais pas s'il y aurait une solution qui serait meilleure que l'autre. Si j'avais trois heures d'affilée, est-ce que j'arriverais à les faire travailler trois heures d'affilée là-dessus ? Chaque mois et a priori, j'aimerais bien avoir des longues plages de temps, plus longues que ça. Chaque fois, je trouve que… mais en même temps, c'est vrai aussi ils ont envie de zapper tout de

suite quoi. Ils ont commencé un truc euh… trois-quarts d'heure après euh… ils ont envie d'arrêter puisque ça les soûle. Alors que ceux qui sont bien dedans et ben… une heure et demie après, ils ont envie de continuer. C'est… mais je ne sais pas si c'était ça la question.

176I : Euh… à peu près ça, parce que comme vous avez quatre groupes à la première séance, est-ce qu'il est plus facile quand il y a cinq groupes ?

177P : Ah ! Quatre groupes, cinq groupes, c'est pareil…

178I : C'est pareil. D'accord.

179P : C'est entre euh… cinq groupes et huit groupes que ce n'est pas pareil. C'est quand j'ai la classe entière hein, donc il y a beaucoup plus de groupes. En gros, quand j'ai quatre groupes… ah oui, c'est ça, ce n'est pas le temps, c'est le nombre d'élèves. Quand je n'ai pas beaucoup d'élèves euh… je suis plus disponible pour chaque groupe et quand il y a des groupes qui du coup sont un peu… ont un peu du mal à rester dans le travail, à rester motivés, à rester concentrés, du coup, je peux plus facilement aller les voir et les aider à rester dedans. Alors que quand j'ai huit groupes, si j'ai deux trois groupes qui ont du mal ça va, si les autres, ils peuvent travailler tous seuls, ça va. Mais dans cette classe-là, il y a plus de la moitié des élèves qui ont du mal à travailler tout seuls. Il faut être derrière eux pour les… les encourager et les soutenir. Et quand je suis en classe entière, je ne peux pas faire ça avec tout le monde. Du coup, il y en a plein qui arrêtent, qui n'arrivent pas à poursuivre le travail tout seul. Du coup, ils bavardent, du coup ils font du bruit, du coup, ils empêchent les autres de se concentrer et moi, je ne suis pas capable d'être derrière tout le monde pour euh… pour les encourager à être dedans quoi. Parce qu'en gros, il y a plein d'élèves dès que c'est un peu difficile, dès que ça demande un peu d'effort, ils… pff, ils baissent les bras, ils arrêtent et il faut pouvoir venir les voir et leur dire : « Attends, qu'est-ce que tu as trouvé ? Euh… c'est quoi qui t'a bloqué ? Euh… et ça tu peux pas et tu as demandé à elle ? » Et là, tu le relances, et ça oui, ben… ils se remettent au travail et puis ils retrouvent ça un peu intéressant. Puis du coup, ils ont envie de recommencer. Puis, ça dure 10 minutes, au bout de 10 minutes, ils seront fatigués, ils ré-arrêtent et c'est pourquoi il faut que je sois capable de passer tout le temps… Et ça, quand ils sont quatre ou cinq, tu peux, tu as le temps de tonner un petit peu de temps à chacun.

180I : Oui. Je suis très content de passer ces séances avec vous et c'est très intéressant. Et à la fin, je peux faire des photocopies pour euh… les diapos que vous avez présentées ?

181P : Les diapos euh… oui, je peux les imprimer.

182I : je vous remercie.

Annexe 7.4. Transcription de l'entretien auto-confrontation

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI), P désigne le professeur physique-chimie.

1 I : Dans la première séance, vous avez distribué le texte « Auguste Comte » euh… pourquoi ce texte-là, même s'il est compliqué par rapport aux élèves ? En fait, il y a un élève qui vous dit … « C'est un texte qui est compliqué ».

	00 :00 :00 jusqu'au 00 :01 :17(séance 1, partie 2, « texte auguste Comte »)
Locuteurs	**Productions verbales**
	(Le prof montre le transparent concernant le texte d'Auguste Comte par rétroprojecteur et distribue photocopie de celui-ci aux élèves)
P	Bon, pour tout le monde, je vais distribuer un texte écrit par un philosophe assez célèbre au XIVe siècle. Je vous demande de vous plonger dedans, et d'essayer de m'en trouver une idée principale *(l'enseignant distribue le texte A. Comte)*
E1 du G2	Il est compliqué ce texte là
P	Il est compliqué, mais en lisant tout, et notamment la partie qui est en gras au milieu, je pense que vous êtes tous capables de retrouver quelle est l'idée principale de ce texte

2 P : C'est quoi la question ?

3 I : C'était un texte compliqué et c'était quoi votre objectif pour distribuer ce texte-là ?

4 P : Alors, il y avait deux objectifs qui étaient que euh… qu'on se lance dans le travail avec un questionnement c'est-à-dire qu'on voit, on a un point de départ, une interrogation, une question… Donc, là, c'était l'idée qu'autrefois, on pensait qu'on ne saurait jamais rien sur les étoiles, pour s'apercevoir qu'en fait ce n'était pas vrai euh… j'aurais pu donner et partir en donnant juste cette idée-là en leur lisant : « voilà, il y a un siècle, il y a des gens qui croyaient que… ». Mais là, je voulais en profiter pour faire un petit travail de lecture, d'analyse d'un document et d'un travail de synthèse parce que ce sont des compétences sur lesquelles les élèves ont besoin de se former, sur lesquelles ils ne sont pas toujours très à l'aise et donc là, j'avais un texte qui était… qui était pas immédiat. Certes, il n'est pas de se plonger dedans pour tout de suite… que l'idée, elle sorte, elle jaillisse, et pour qu'ils aient un travail où ils lisent, où ils discutent entre eux, où ils réfléchissent, et où ils essaient de reformuler… une idée.

5 I : D'accord.

6 P : Alors, cela dit, rétrospectivement je ne sais pas. Enfin, pour certains élèves, je pense que pour certains élèves, ça aurait été bien d'avoir une version plus allégée du texte. Parce que certains élèves, je pense, ont eu vraiment de mal à se plonger dedans, d'autres y seront arrivés. Peut-être qu'il y a un moyen de graduer plus la difficulté.

7 I : Et après, vous avez demandé de… quelle est l'idée et quelle problématique ça pose (texte Auguste Comte)?

	De 00 :02 :54 à 00 :04 :32 (Séance 1, partie 3, continuer le travail sur le texte A comte – distribuer les pochettes)
Locuteurs	**Productions verbales**
P	*(le prof parle à toute la classe)* Alors, à partir du texte que vous avez lu, je vous demande dans chaque groupe-là, en 3 minutes de vous mettre d'accord *(l'enseignant se dirige vers le tableau pour ce qu'il a écrit c'est le travail à faire)*, *(le prof dit)* quelle est l'idée principale du texte (texte Auguste Comte), en une phrase, et en quoi cette idée est problématique, et en quoi cette idée, enfin, je ne sais pas si ça va vous faire réagir ou pas, mais c'est une idée avec laquelle aujourd'hui, on doit dire : « mais il se plante carrément ce gars-là », et pourquoi ? Il y a une idée principale, et on doit voir que c'est une idée qui ne tient pas la route à la lumière des connaissances qu'on a

	aujourd'hui *(l'enseignant se dirige vers G1 et prend leurs travaux de Big Bang)*.

8 I : Pourquoi ces questions-là ? Pour quels objectifs ?

9 P : (Silence) Alors, comme je disais tout à l'heure, moi, ce que je veux, c'est… je voulais qu'on rentre dans le… dans toute la suite du travail avec un… avec un questionnement, en étant… en ayant la curiosité en éveil.

10 P : Donc, je voulais que les élèves ils partent en disant : « Ah, autrefois, on pensait que… et puis en fait, ça, ce n'est pas vrai et qu'est-ce qui s'est passé entre-temps ? » Alors là, je ne suis pas très sûr de moi parce qu'en gros, le fameux euh… l'idéal aurait été que je leur donne le texte, ils le lisent et puis il aurait fallu… j'aurais bien aimé qu'il y ait une réaction un peu spontanée, mais en disant : « ah, mais c'est bizarre euh… » Et là, je suis un peu lourd, je leur dis : « vous allez voir, vous allez lire un texte qui vous dit quelque chose que vous allez devoir trouver bizarre ». Et je leur dis même que… le philosophe, il dit n'importe quoi. Donc, en gros, je leur dis ce qu'ils doivent découvrir, parce que j'ai peur que ça ne leur fasse pas… que ça ne les interpelle pas spontanément, mais… comme c'est la première fois que je le faisais euh… je n'ai pas assez confiance dans les réactions possibles des élèves.

11 I : Pourquoi les questions : quelle idée principale ? Quel problème ?

12 P : Après, moi, ce que je veux pour le suivi du travail, il faut qu'ils aient identifié ce que dit Auguste Comte et qu'ils voient que c'est quelque chose de… que c'est en décalage par rapport aux connaissances qu'on a aujourd'hui. Voilà, c'est ça que je veux arriver à poser dans la tête de chaque élève. Et donc, du coup, je leur attire l'attention sur ces deux niveaux en espérant que… Si ça ne se fait pas spontanément, ça les aide à… percevoir ça.

13 I : D'accord. Après, il y avait un sujet dans la séance du 9 avril ; selon vous, ce sujet est difficile. Ma question alors : « pourquoi le distribuer ? » On va voir cette séance-là.

	De 00 :47 :49 à 00 :48 :50 (Extrait de séance 4, partie 1)
P	*(le prof se dirige vers le groupe 2)* Juste, je vous dis, vous avez eu le sujet le plus difficile, d'accord, donc c'est normal que vous rencontriez des difficultés, donc ne soyez pas découragés. Ce qu'on va faire, c'est que vous allez essayer de présenter de votre mieux, et puis après, on vous posera des questions pour essayer de mieux comprendre, d'accord ?
E1 de G2	Déjà que nous, on n'a pas compris alors si vous nous posez des questions…
P	Vous pouvez dire un peu ce qui vous pose problème, on peut réfléchir ensemble. Nous, on a compris ça, mais là, il y a un truc qu'on n'a pas bien compris.
E2 de G2	Les ondes de la personne A sont tassées, la source de lumière se déplace.
P	Alors, attends, Célia (E2 de G2), je t'arrête là, le problème, c'est que si tu commences à rédiger tes explications sur la fiche, je vais te donner quatre feuilles, et tu vas rédiger quatre feuilles. Donc il ne faut mettre que les idées clefs, c'est quoi les idées clefs.
E2 de G2	C'est vous qui m'avez dit de faire des phrases.
P	Non, non.
E2 de G2	Juste les idées.
P	Voilà.

14 I : Alors, comme c'est un sujet difficile pourquoi vous l'avez distribué même, mais vous avez constitué…

15 P : Ben, pourquoi ne pas donner des choses difficiles aux élèves ? Enfin je…

16 I : Oui, pourquoi vous avez distribué ce sujet même s'il est difficile ? Pour quel objectif ?

17 P : Ben, pour qu'ils réfléchissent (silence). Je ne comprends pas les questions, pareil sur le texte d'Auguste Comte, c'est…

18 I : Non, ce n'est pas…

19 P : C'est-à-dire que l'idée, je donne aux élèves des choses qui sont difficiles.

20 I : Ce n'est pas Auguste Comte.

21 P : Je sais oui, c'est sur l'effet Doppler.

22 I : Oui.

23 P : Ben parce, si c'est des choses faciles, ils n'auront pas d'efforts à faire et donc ils n'apprennent pas grand-chose. Si c'est quelque chose de difficile, ben ils sont obligés de euh… de se dépasser, de travailler, de chercher… Alors après, à des degrés divers… Après, la question : c'est de l'adaptation de la difficulté, il faut qu'elle soit suffisante, mais pas trop élevée par rapport à où en sont les élèves, c'est peut-être ça qui est un peu du… mais voilà, après je euh… c'est un sujet difficile, oui, mais c'est normal. Je ne sais pas.

24 I : Et alors, maintenant, je pose une question d'une autre manière. Pourquoi l'effet Doppler ? Pourquoi ce sujet avec l'effet Doppler ?

25 P : Parce que l'effet Doppler c'est euh… fondamental pour comprendre l'astrophysique aujourd'hui c'est-à-dire que c'est un des éléments de base pour… en astrophysique et en spectroscopie… on utilise l'effet Doppler extrêmement souvent pour accéder à des informations sur les étoiles. Donc comme là, on essayait de passer en revue tout ça, c'est important que ça y soit… Voilà, donc ça, c'était pour une histoire de cohérence avec le sujet abordé et puis, par ailleurs euh… pour les élèves qui vont faire… pour des histoires de culture scientifique, je trouve ça important de savoir que euh… en regardant la lumière de quelque chose, on peut mesurer sa vitesse. Il y a pas mal d'applications technologiques qui utilisent ça : les radars sur l'autoroute et puis potentiellement des élèves qui iraient faire des études scientifiques… du coup, ça les familiariserait avec ce truc-là, des choses qu'ils vont étudier en terminale, je crois ? Voilà. Alors après, là, peut-être que rétrospectivement j'aurais dû m'arranger pour que ce ne soit pas ce groupe-là qui tombe sur cette pochette. Je ne me rappelle plus comment j'avais distribué les pochettes.

26 I : 5 pochettes pour…

27 P : Oui, mais comment j'avais choisi, quel groupe travaillerait dessus, parce que c'était au hasard.

28 I : Au hasard.

29 P : Ben voilà. Là, typiquement, le sujet effet Doppler, j'aurais préféré que ce soit ce groupe-là qui travaille dessus, que… voilà.

30 I : D'accord. (Silence) (Lancer la vidéo : séance 9 avril, le premier demi groupe, deuxième partie de 10h10 à 10h40 (00 :14 :34-00 :22 :27))

31 I : Ma question ce sera : pourquoi vous avez laissé plutôt place aux interactions avec les élèves ? Et est-ce que vous n'avez pas peur que les élèves travaillent dans une direction où vous ne maîtrisez pas… ? (silence) On a une présentation à peu près 7 minutes…

	(le groupe 2 se dirige vers le tableau et y mettent leur affiche ; E met le transparent ; et chacune d'élève présente) ; (discussion de l'enseignant avec le groupe 2) ; (l'enseignant encourage les élèves de classe de réagir) ;(faire des liens entre le sons et le couleur : onde) ; (comme, l'enseignant a déjà dit que c'est un sujet difficile. Il intervient et présente. Suivez la suite)
	De 00 :19 :00 à 00 :22 :30 (Extrait de séance 4, partie 2)
P	*(le prof parle à une élève de G3)* Essayez de préciser il y a un lien important à faire
E de G3	C'est comme l'expérience [00 :19 :02].
P	Et qu'est-ce qu'on avait dit là-dessus ?
E de G3	Et Galaxie, il s'éloignait.
P	Et comment on le savait qu'elle s'éloignait de nous ?
E1 de G1	Par les radions….par les ondes.
P	Rentrez dans les détails, regardez, je vous ai mis un petit schéma *(le prof mentionne le transparent présenté sur le tableau : transparent des spectres et longueurs d'ondes)*, là, essayez de voir le lien…

E de G3	C'est la couleur ça.
P	Plus que la couleur, parce que la couleur, c'est un peu trop vague.
E2 de G1	Quand c'est loin, c'est bleu, quand ça se rapproche, c'est bleu, et quand ça s'éloigne, c'est rouge.
E1 de G1	Oui, leurs raies, elles sont différentes, [00 :19 :34]
P	Alors, là, quand j'entends ce que vous dites, c'est…
E1 de G1	Il y a un trait noir, le noir, en fonction d'où il est placé, c'est là où la galaxie se met, voilà c'est…
P	*(le prof parle à toute la classe)* Alors, voyez, on reparle des raies de tout à l'heure, des raies noires, chaque raie, on a dit tout à l'heure qu'elles avaient une position précise qu'elle correspondait à un élément chimique précis, et on s'aperçoit que pour certaines étoiles, ou certaines galaxies, ces raies, enfin l'ensemble des raies est décalé, n'est pas à la position prévue.
E1 de G3	C'est que les ondes sont étalées [00 :20 :12]
E2 de G3	[00 :20 :17] quand c'est compressé, on ne voit pas tout, enfin…
P	*(le prof explique à toute la classe)* Ouais, alors, c'est presque ça, c'est presque cette idée, c'est un peu plus subtile que ça, quand c'est compressé *(le prof met le transparent qui concerne la place d'une source à la personne)*, pardon… quand c'est compressé, vous voyez la longueur d'onde change.
E1 de G1	Ah ouais.
P	*(le prof explique à toute la classe)* Quand c'est dilaté, la longueur d'onde augmente. (le prof met le transparent de G4 : spectre du soleil avec des raies noires) Qu'est-ce que Fraunhofer, il avait dit ? Il avait dit : la position de chaque raie correspond à une valeur de longueur d'onde précise.
E	[00 :20 :54]
P	*(le prof remet le transparent qui concerne la place d'une source à la personne)* Donc si la longueur d'onde change, *(le prof remet le transparent des spectres et longueurs d'ondes)* ça veut dire que la position de la raie change.
E2 de G1	[00 :21 :08]… Ce n'est pas faussé…de quoi
P	Alors, vas-y Aymane (E2 de G1), attends *(le prof parle à toute la classe)*, ça va cette idée ? Alors Aymane, tu poses une vraie question, vas-y !
E2 de G1	Si la raie se déplace, ça ne va, enfin les résultats ne sont pas faussés parce que si les raies sont déplacées, les éléments sont différents ?
P	Alors, les résultats sur la composition de l'étoile ?
E2 de G1	Ouais.
P	C'est-à-dire quand elle est ici, on dit que c'est du fer, et quand elle est là, on dit que ce n'est pas du fer, on dit que c'est de l'oxygène ? *(le prof remet le transparent du spectre du soleil)* Alors, ce serait vrai, sauf que si c'était une raie qui donnait un élément, effectivement, ça fausserait, sauf qu'en fait, pour un élément chimique donné, tu as plein de raies différentes, et elles se déplacent toutes en même temps, du coup, on arrive à reconnaître comment. Vous voyez que ça devient vite compliqué quand on prend tout à la fois. Qu'est-ce qu'on retient de ce qu'elles ont raconté ?
E	La découverte des ondes.
P	*(le prof remet le transparent de spectres et des longueurs d'ondes)* Alors, on savait que les ondes existaient, enfin on a découvert si tu veux, mais le phénomène de l'effet Doppler nous renseigne sur quoi pour les étoiles ?
E	Si elles s'avancent vers nous.
P	Voilà, on sait si elles s'avancent vers nous, ou si elles s'éloignent, on peut mesurer à quelle vitesse. C'est bon ? Allez, dernier groupe, on a juste le temps de vous faire passer.

32 I : Ben moi, il y a quelques questions, après, je vous laisse la liberté de parler de cet épisode. … Vous avez laissé plus de places aux interactions entre les élèves.

33 P : Ah bon ?

34 I : Ou les encourager à faire des interactions entre eux. Pourquoi ?

35 P : Je trouve que je parle beaucoup hein. Au contraire, c'est l'idée du colloque là, c'est l'idée. Moi, ce que je veux, c'est que les élèves, ils réfléchissent ensemble c'est-à-dire qui… que ça ne soit pas moi qui soit là à déverser la bonne parole. Je veux que les élèves, ils soient dans une démarche de… on se pose des questions, on en discute, on essaie de comprendre ensemble, parce que je pense que c'est ça qui est efficace pour les impliquer et puis pour les aider à comprendre et à apprendre. Là, il y a… là, c'est moi qui mène… c'est moi qui fait un cours quasiment quoi. Je pense que je ne laisse pas beaucoup de place aux interactions entre élèves.

36 I : Il y a cet épisode mais il en y a d'autres … après quand les élèves travaillent en groupe, vous passez par exemple sur chaque groupe, vous essayer d'encourager les autres élèves, qui ne répondent pas, qui…

37 P : Oui. Ben parce que c'est ça, il faut, enfin, c'est la… c'est quand ils se confrontent les uns aux autres, quand ils sont obligés de reformuler les choses pour être compris par quelqu'un qui n'a pas compris a priori, quand ils essaient de s'expliquer, quand ils doivent se poser des questions. Je pense que c'est ça la posture qui favorise leur euh… des apprentissages chez eux. Donc, j'essaie d'encourager ça. Après, quand euh… il y a des moments-là, effectivement, je reprends un peu la main pour aider, parce que ça ne se fait pas très… le sujet… et le sujet et les personnalités des élèves font que ça ne fonctionne pas tout seul. Donc euh… je joue un grand rôle dedans, mais mon idée, ce que je recherche, c'est ça, c'est qu'ils aient une réflexion entre eux.

38 I : Et est-ce que vous n'avez pas peur que les élèves aillent dans une direction que vous ne maîtrisez pas ?

39 P : Non.

40 I : Pourquoi ?

41 P : Parce que si c'est… Moi, ce que je veux, c'est qu'ils aient une réflexion qui soit sincère et authentique. Quand on cherche, quand on apprend, ben des fois on se trompe, on prend un chemin et puis c'est en se rendant compte que ce chemin ne mène nulle part, et en revenant derrière en choisissant un autre chemin, c'est ça qui fait qu'on… je trouve qu'on apprend et qu'on réfléchit. Donc, je veux qu'ils vivent ça les élèves. Donc, si je balise tout et s'il y a des panneaux partout, et s'ils n'ont pas à réfléchir à quel chemin ils prennent, ils ne vont pas apprendre à réfléchir de manière autonome. Donc, je veux qu'ils soient en situation de, voilà, de recherche, de questionnement euh… Et après, j'ai confiance dans le fait que ben, quand il y en a un justement qui va dire une idée, que ça fait réagir quelqu'un d'autre qui va lui dire : « ah ben non, peut-être pas euh… » Et puis si jamais je… toute la classe se fourvoyait, ben au contraire, moi, je pourrais intervenir pour dire… pour essayer de leur… d'alimenter avec des questions, des remarques, des éléments, pour qu'ils se rendent compte peut-être que ce qu'ils peuvent raconter pose problème et puis qu'ils soient amenés à trouver un autre chemin… voilà. Et puis après je…(Silence).

42 P : Deuxième idée, je pense que c'est important pour le prof que les élèves puissent exprimer librement de ce qu'ils ont dans la tête, de ce qu'ils pensent, ne serait-ce que pour moi, me permettre de me rendre compte d'où ils en sont, quitte à me dire : « ah oui, tiens, ils sont en train de se construire un truc un peu bancal dans la tête. » Et je vais pouvoir comment intervenir pour les aider à rectifier le tir. Mais si jamais, je ne les laisse pas, je ne leur laisse pas la possibilité de se tromper, etc. Je… moi, je ne peux pas me rendre compte des problèmes, des difficultés qu'ils rencontrent quoi.

43 I : Pourquoi le prof euh… vous m'avez dit euh… : « Il faut laisser les élèves à s'exprimer plus » et pourquoi euh… d'après vous, il faut les laisser s'exprimer plus ?

44 P : Pour deux raisons. Pour qu'ils puissent interagir entre eux et réfléchir entre eux ensemble, se stimuler mutuellement et avoir une vraie réflexion collective. Et deuxième idée, il faut que le prof sache ce qui se passe dans la tête des élèves pour adapter au mieux ses interventions.

45 I : D'accord.

46 P : Si je… moi, quand je suis avec un élève, je ne vais pas lui expliquer ce qu'il faut savoir. Je vais lui demander ce qu'il pense pour savoir ce que je dois lui renvoyer comme interaction pour l'aider à faire évoluer sa pensée.

47 I : Moi, j'ai une question, après, ça sera un lien avec euh… il faut que le professeur sache ce qui se passe dans la tête des élèves… En fait, vous avez dessiné un schéma pour montrer vos tâches… les manières d'accomplir ces tâches, les justifications à votre sosie, afin de mettre en pratique les séances astrophysiques et vous avez écrit « animateur de base. » Pourquoi ? Pour quel objectif ? Et comment avez-vous prévu votre rôle ?

48 P : Alors « animateur de base »…

49 I : Si vous voulez, je peux vous montrer le…

50 P : Je crois… je devine ce que vous voulez dire, mais je voudrais vérifier que je ne me trompe pas. (Silence) Ouais… pourquoi j'ai mis ça ?

51 I : Pourquoi vous avez mis ça ? Et comment vous avez prévu votre rôle pour ces séances ?

52 P : Alors, il faut… pour caricaturer les choses, c'est-à-dire que j'essaie de faire vivre un modèle de l'enseignant. Oui, un modèle, je dirais, un peu classique qui est l'enseignant et le détenteur du savoir. Un bon prof, c'est quelqu'un qui va donc exposer le savoir aux élèves, qui va essayer de l'exposer clairement, logiquement et s'il explique bien, les élèves, ils vont bien comprendre. Moi, j'ai longtemps fonctionné comme ça et je pense que c'est une erreur de concevoir le rôle de l'enseignant comme ça euh… parce que, justement, le travail intellectuel qui consiste à déplier le savoir, à l'exposer de manière logique, à réfléchir comment on va raconter le savoir euh… c'est le travail que fait le prof qui prépare son cours. Ben, ce travail-là, c'est ce travail qui permet de bien comprendre, et donc il ne faut pas le faire à la place des élèves. Il faut que ce soit les élèves qui se confrontent à cette difficulté-là. D'accord ? Donc en gros, quelqu'un qui explique trop bien et trop vite, il va empêcher dans une espèce de slogan avec Gilles et Nicole qui est : « expliquer c'est empêcher de comprendre ». Alors, expliquer trop vite, c'est empêcher de bien comprendre, pas caricaturer, mais… donc, le rôle de l'enseignant en fait, ce serait plutôt cette espèce de nouveau modèle que j'essaie de faire vivre, c'est de dire : il donne des consignes de travail aux élèves, il régule pour aider les élèves à être dans le travail, à être impliqués dans les tâches qui sont demandées, mais il n'est pas là pour dispenser du savoir. Il est là pour euh… aider les élèves à se confronter au savoir dans les tâches de travail qu'ils auront à faire. Et c'est eux, en se confrontant à des documents, à des problèmes à résoudre, en discutant entre eux, euh… c'est ça qui va leur permettre de se poser les bonnes questions, euh d'apprendre et de comprendre des choses nouvelles. (Silence).

53 P : Et donc, du coup, dans un dispositif de travail qui est bien pensé, mais c'est-à-dire qui a été bien travaillé en amont et bien élaboré, l'enseignant quelque part n'est qu'un animateur. Et par exemple, moi, les réactions des pulsions des élèves, souvent, que j'essaie de… qui posent problème pour moi c'est l'élève qui dit : « Moi, je ne sais pas… Il y a une question, je ne suis pas sûr de la réponse, je demande au prof la bonne réponse ou je demande si j'ai raison ou si j'ai tort ». Et moi, justement je leur dis : « Non, ce n'est pas comme ça que ça marche c'est-à-dire que… Il ne faut pas toutes les 5 minutes, tu te tournes vers moi pour que je te dise la bonne réponse, ou pour que je te dise si c'est vrai ou si c'est faux, parce que ça veut dire que quand je ne suis pas là, tu ne seras plus capable de penser tout seul. Tu dois avoir une posture où tu réfléchis par toi-même, ou tu cherches les réponses, ou tu te donnes des moyens d'évaluer la pertinence de tes réponses, ou tu réfléchis avec les autres… » Parce qu'en croisant les avis de chacun… Après, bon, je veux bien des fois valider des choses, mais ça doit être euh… ça doit être à la marge, ça ne doit pas être… ce n'est pas mon rôle fondamental. Mon rôle fondamental de prof, c'est de donner des consignes de travail, d'animer ce travail, de s'assurer qu'il fonctionne bien, mais je ne dois plus être le seul détenteur de savoir qui régule les apprentissages.

54 I : Et depuis combien de temps vous faites de cette manière ?

55 P : Cette façon de faire ? Ça fait 3-4 ans, depuis qu'on a rencontré le GFEN.

56 I : Avec…

57 P : Avec Gille et Nicole ?

58 I : Oui, avec auto-socio-construction ?

59 P : Voilà.

60 I : Et vous pouvez me donner un résumé sur cette démarche-là ?

61 P : L'auto-socio-construction ?

62 I : Oui.

63 P : Ben, cette idée-là, c'est-à-dire que premièrement, il faut que les élèves construisent leurs savoirs. Le savoir, ils ne le reçoivent pas d'un enseignant qui sait, qui le leur déverserait. Ils doivent le construire, c'est-à-dire avoir une activité intellectuelle assez sophistiquée, qui allie questionnements, réflexion, résolution de problème. Voilà. Cette construction, ça doit être de leur fait, c'est leur activité intellectuelle propre donc c'est de l'auto-construction du savoir. Il ne faut surtout pas que ce soit le prof qui fasse ce travail à leur place. Et ensuite, un des éléments fondamentaux qui permet cette construction de savoir à un niveau élevé, c'est justement le fait qu'elle se fasse collectivement, c'est-à-dire que c'est dans les interactions avec les autres qui sont dans la même démarche de construction, qu'il va y avoir une richesse d'échanges, qui va permettre à chacun d'avancer. C'est en confrontant ce que chacun a dans sa tête qu'ils vont avoir des ressources suffisantes pour effectivement avancer. En cherchant ensemble, en essayant de euh… en formulant pour l'autre, en écoutant la formulation de l'autre, en ayant une oreille critique sur ce que l'autre dit, en laissant échanger des arguments… donc ça les pousse à objectiver et à dire ce qu'ils ont en tête. Du coup, ce travail de dire pour se faire comprendre par quelqu'un qui n'a pas compris… puisque souvent, par exemple quand l'élève il explique au prof, le prof, il sait déjà, donc il décode ce que dit l'élève et quand la formulation de l'élève est imparfaite, ça suffit puisque le prof comprend quand même. Les profs, ils renvoient des questions auxquelles il connaît déjà la réponse. Tandis que là, quand c'est deux élèves qui cherchent ensemble, ils ont chacun un travail authentique à faire de formulation pour se faire comprendre par l'autre. Et ils peuvent se dire : « Attends, tu me dis un truc, je ne comprends pas très bien ce que tu veux dire ? Qu'est-ce que tu veux dire par là ? » Du coup l'autre doit reformuler et ce travail-là, je pense qu'il est… il aide vraiment à la conceptualisation, à la compréhension… Donc, ça, c'est du socioconstructivisme.

64 I : D'accord, ouais.

65 P : Alors, c'est l'idée générale. Après, la faire vivre concrètement, ce n'est jamais facile, en cours.

66 I : Pourquoi ?

67 P : Ben, parce que c'est… il y a tellement de choses qui interviennent pour que ce genre de chose fonctionne. Il y a tellement de paramètres à conjuguer que… pour des séquences… En gros, on doit, nous…, j'ai fait, on parle de démarche. C'est-à-dire c'est un dispositif de travail où les consignes, les objets de savoir, les façons de faire travailler les élèves euh… permet de faire vivre cette idée d'auto-socio-construction, et concrètement une démarche, elle est travaillée, retravaillée, re-retravaillée avant de faire… d'être quelque chose qu'on considère comme quelque chose qui fonctionne bien. Ça, typiquement, bon voilà c'est un premier geste de séance. Je pense qu'en regardant et c'est pour ça que moi, les vidéos, elles m'intéressent bien, c'est-à-dire qu'en regardant tout ça, c'est une séance que je vais essayer d'affiner, de faire évoluer… les consignes seront plus mieux maîtrisées, les objets de savoirs peut-être… voilà.

68 I : Moi, je voudrais vous montrer la présentation d'un groupe dans cette séance et après il y a un autre groupe qui a le même sujet.

69 P : Juste peut-être réaction libre sur ce qu'on vient de voir là quand même. Donc, ce qu'on vient de voir… pour moi, ce n'est pas satisfaisant dans le sens où moi, j'ai beaucoup pris la parole, pour expliquer justement. Voilà. C'est contradictoire avec ce que je viens de raconter hein. Ça ne rentre pas dans le modèle de ce que j'essaie de faire… Je me suis permis de le faire, parce que justement le groupe qui présentait, était un peu démuni sur certains aspects, et du coup, il y avait des choses qui ne se faisaient pas assez spontanément entre les élèves. Pour autant, en le revoyant là, je… je vois qu'il y a eu des choses quand même qui étaient intéressantes, qui ont fonctionné. C'est-à-dire qu'il y a des élèves qui spontanément, ont fait des liens entre ce qui était dit et des choses qui ont été vues à un cours précédent. Donc, je… ça me donne l'espoir qu'effectivement, des élèves qui est assez dedans… ça a fonctionné pour eux. Parce que je ne me rends pas compte, c'est est-ce que c'était des individus isolés ? Les deux élèves qui sont intervenus : Lucie et Aymane, c'étaient plutôt de très bons élèves, très bon niveau… Est-ce qu'ils sont représentatifs de ce qui a pu se passer dans la tête d'autres élèves ou est-ce que c'était vraiment des cas à part ? Bon ça, je ne le sais pas trop. Mais ça montre quand même que dans la problématisation de tout ça, il y a des choses qui fonctionnent. Ce

que j'aimerais bien arriver à faire maintenant, c'est à faire en faire que sorte que ça fonctionne plus facilement, et plus massivement. C'est-à-dire qu'il y ait plus d'élèves qui arrivent à être pris par ce questionnement, par ces liens… voilà.

70 I : Un lien avec les élèves… Moi, j'ai vu en général, que vous demandez beaucoup de Amine et de…

71 P : Aymane ?

72 I : Aymane, oui. Vous posez des questions quand il n'y a pas de réponses des autres élèves, vous demandez de…

73 P : Je leur demande à eux ?

74 I : Oui, de manière générale. Mais ce n'est pas…

75 P : Je… enfin, je ne pense pas - mais il faudrait voir la vidéo -, mais je ne pense pas leur demander sans qu'ils aient manifesté quelque chose. C'est-à-dire que je n'ai pas envie, moi, de désigner les élèves qui sont ceux qui donnent les bonnes réponses. Par contre, je sais qu'eux, ce sont des élèves qui sont en général intéressés par ces questionnements et qui ont plus facilement que beaucoup d'autres, un avis, une opinion, qui sont dedans. Et du coup, c'est souvent eux qui interviennent, et quand ils ont quelque chose à dire, peut-être que des fois, je les titille pour qu'ils aillent au plus loin, et qu'ils approfondissent ce qu'ils disent. Mais, je ne pense pas… sauf me tromper que… je les sollicite quand ils n'ont pas eux-mêmes euh… ce… dit qu'ils avaient quelque chose à dire.

76 I : D'accord. (Lancement d'extrait de vidéo)

	De 00 :06 :37 à 00 :13 :22 (Extrait de séance 4, partie 2),G3 (Kirchhoff et Bunsen)
P	*(le prof se dirige vers le tableau et enlève le transparent de G4)* Alors, ensuite. Qu'est-ce que c'est que ces raies noires ? Vous pouvez nous expliquer *(le prof parle à groupe 3) ?*
	(les élèves de G3 se dirigent vers le tableau : elles mettent l'affiche sur le tableau et le transparent dans l'instrument) (le prof est au fond à droit)
P	Tenez, vous avez de quoi mettre votre affiche... Alors… Allez.
E1de G3	Donc, il y a [Fraunhofer 00 :07 :36] il observait le spectre du soleil, et en 1914, en observant, il a vu qu'il y avait des raies sur le spectre, et donc il se posait la question pourquoi il y avait ces raies ?
E2 de G3	[00 :07 :47] (Kirchhoff) Et il a fait une expérience en fait, il a pris une lumière par…, c'est-à-dire [00 :08 :01], et pour ça justement, il a mis une gaz avec du sodium, et quand il a observé le spectre, il a observé que là *(E2 de G3 utilise le transparent pour montrer qu'il y a des raies dans le spectre du soleil)*, il y avait une raie noire, et il a observé que c'est vraiment des raies dans le spectre du soleil, et quand il a observé le spectre au sol du gaz, il a vu que les raies noires dans le spectre précédent en fait, c'était des rais de lumière, et en fait, le gaz, il absorbait la lumière.
E3 de G3	*(E3 lit ce qui est écrit dans sa feuille)* Donc il a essayé d'expliquer pourquoi il y avait des raies noires dans le spectre du soleil qu'elle et il découvre que justement [00 :08 :45] *(E3 demande à ses collègues de dire le mot dans la feuille)*
E4 de G3	C'est 30 autres éléments dans le soleil et c'est l'analyse spectrale, et ces analyses, ça lui a permis de savoir la composition de la… [00 :09 :15].
E1 de G1	De quoi ?
P	Alors, on se met d'accord sur un truc, elles ne sont pas en train de vous dicter des choses, d'accord, alors je suis d'accord, donc ce qu'il faut, c'est que vous écoutiez ce qu'elles disent, que vous vous assuriez que vous comprenez l'idée, éventuellement même en leur posant des questions, donc vas-y, Nicolas (E1 de G1) , tu vas leur redire : « attends, excuse-moi, ce n'est pas clair ».

77 P : (*L'enseignant arrête l'épisode quand il a dit : Nicolas (E1 de G1), tu vas leur redire : « attends, excuse-moi, ce n'est pas clair »*). Voilà, et ça typiquement c'est… voilà, c'est ça que j'appelle le rôle

d'animateur. C'est-à-dire que je ne suis pas là pour… enfin, là je donne des consignes, j'interviens comme prof, mais sur la façon de travailler, pas sur le contenu. Voilà.

78 I : D'accord (je continue voir l'extrait avec l'enseignant)

	De 00 :06 :37 à 00 :13 :22 (Extrait de séance 4, partie 2), G3 (Kirchhoff et Bunsen)
E1 de G1	Qui c'est ?
E4 de G3	Kirchhoff.
P	*(le prof parle à G3)* Alors, au passage, juste, je ne vous fais pas des critiques, je vous donne des conseils pour essayer d'améliorer. Les affiches que vous avez mises derrière vous, elles servent à quoi à votre avis ? À rien ?
E	[00 :10 :01]
P	*(le prof parle à toute la classe)* Pour tout le monde, je pose la question, je la pose à tout le monde. Pourquoi je vous embête pour faire une affiche ? Je prends plaisir à faire une affiche et vous occuper ?
E	Non, c'est un outil.
P	Là, vous donnez des noms qui sont compliqués, des dates, si ces trucs-là, ce n'est pas affiché en clair, on a énormément du mal à les suivre et à les prendre, alors que c'est ça qu'il faut faire ressortir pour aider les autres justement à suivre ce qui est exposé. Donc voilà, c'était pour ça que je vous demandais ça, et c'est vrai que là, de ce point de vue-là, votre papier, il pourrait être amélioré. Alors, les autres, est-ce que vous avez l'impression d'avoir retiré les idées essentielles ou aidez-les à préciser éventuellement si ce n'est pas clair ? C'est clair pour tout le monde ? Rose (E1 de G4), tu peux résumer en une phrase ?
E1 de G4	En fait, il a fait une expérience pour savoir les [00 :11 :08], il a mis un gaz…
E2 de G4	Du sodium. Moi, c'est l'autre, je n'ai pas compris.
P	*(le prof parle à E2 de G4)* Alors, vas-y, demande.
E2 de G4	Bah l'autre homme…
E2 de G3	Kirchhoff ?
E2 de G4	Ouais.
E4 de G3	[00 :11 :28] Kirchhoff découvert des éléments du soleil, et grâce à l'analyse du spectre, il a découvert la composition de la lumière du soleil à des milliers de kilomètres du soleil.
P	Il a découvert comment ces 30 autres éléments du soleil ? Laisse Cloe (E4 de G3) répondre. *(le prof parle à toute la classe)* Tout le monde, il a découvert 30 autres corps dans le soleil, il les a découverts comment ?
E4 de G3	C'est grâce à ça Monsieur, à l'expérience.
P	*(le prof pose la question à E4 de G3)* Quelle expérience ? C'est des choses que tu as plus ou moins dites Cloe (E4 de G3), c'est juste pour te donner l'occasion de le redire autrement, et de te détacher de ce que tu lis.
E4 de G3	[00 :12 :23] c'est justement ça
P	*(le prof pose la question à E4 de G3)* Et donc, ça consiste en quoi l'analyse spectrale ? *(le prof demande à E3 de G3)* Rose ?
E3 de G3	[00 :12 :42]
P	C'est-à-dire ?
E3 de G3	[00 :12 :45]
P	Peut-être que si tu peux refaire la même chose, ça veut dire quoi ?
E3 de G3	Ça veut dire qu'il y a d'autres gaz [00 :12 :52]
P	*(le prof parle à toute la classe)* Les autres, le temps que j'ai posé des questions, vous avez essayé, vous, de vous faire la réponse à la question ? Enfin bref, Eva, toi, tu lâches l'affaire, tu dis : « c'est trop dur » ! Bon, groupe suivant.

79 I : Donc, ce groupe dans la première séance… vous avez quelque chose à dire (c'est-à-dire si il a des commentaires) ?

80 P :… Je ne sais pas quoi penser de ces genres de moment-là, parce que j'ai un sentiment un peu ambivalent. À la fois, je ne peux pas m'empêcher d'intervenir comme je viens de le faire à les… je les soumets à des questions, je ne lâche pas l'affaire, je veux qu'elles le formulent, qu'elles disent des choses, qu'elles aillent un peu au bout parce que je sais que c'est nécessaire pour qu'elles

comprennent bien ce qu'elles… ce qu'elles sont en train de commencer à comprendre euh, pour aider les autres à aller au bout. Et en même temps, je pense que je les mets un peu en difficulté parce que… Or, je sais que Lucie et Lisa, les deux autres là, elles ont bien compris, elles seraient capables de le faire, elles ont plus de mal. Je les… donc, voilà, je… mais en même temps, je n'ai pas trop d'autre façon de faire vivre cette… un peu cette exigence de… voilà, il faut aller au bout des choses, il ne faut pas se contenter d'approximation… Ouais, j'ai un peu compris, je l'ai dit en trois mots et puis ça suffit. Donc… je sais qu'il y a beaucoup d'élèves dans cette classe qui ont du mal avec ça, et des fois je leur fais un peu violence pour aller… pour aller au fond. Alors, je vois, je ne sais pas, j'ai un sentiment un peu ambivalent là-dessus quoi.

	De 01 :03 :50 à 01 :06 :54 (Extrait de séance 5), Kirchhoff et Bunsen
	(Le groupe 3 de 3 garçons se dirige vers le tableau et y met leur affiche et il met le transparent sur le rétroprojecteur) ; (le prof ne questionne pas les élèves de classe sur cette présentation)
P	Allez, dépêchez-vous s'il vous plaît, le temps tourne.
E3 de G3	[01 :03 :53] en fait Fraunhofer découvert des raies sombres dans le spectre du soleil *(E3 de G3 regarde son affiche)*, et il ne savait pas c'était quoi, et plus tard, Kirchhoff et Bunsen, ils ont trouvé c'était quoi en inventant le spectroscope, en décomposant… la lumière…
E1 de G3	En fait, Kirchhoff et Bunsen, déjà Kirchhoff et Bunsen c'est des scientifiques [01 :04 :25] *(E1 de G3 regarder son affiche)* ils ont fait, Kirchhoff a fait une expérience, et en fait, il prend un gaz, en fait, il a pris une lumière, il a mis une lumière, et il a regardé son spectre en fait, il a observé son spectre il est continu, et il y avait aucune raie. Ensuite il a chauffé un gaz dans un bec bunsen (E1 indique sur le transparent concerné), et il a vu que ce gaz émettait une lumière et quand il a fait passer la lumière au-dessus du gaz, ce gaz froid, cette lumière elle a absorbé *(E1 indique à la photo au milieu dans le transparent)* en fait le gaz il a absorbé la lumière qui était, une partie de la lumière… Et en fait, il a conclu que quand on regardait le soleil, en fait, cette atmosphère autour du soleil, c'était cette atmosphère qui empêchait que certains rayons du soleil [ ], mais qu'en fait, les raies de Fraunhofer, en fait, c'est tout bêtement les gaz qui empêchent que le spectre du soleil laisse la lumière à cause de ça. Et après, ils ont conclu que grâce à cette expérience, on pouvait par exemple savoir de quoi était constitué le soleil.
P	Dani (E2 de G3) Conclusion ?
E2 de G3	Non.
P	Merci beaucoup, c'est super, groupe suivant, on enchaîne.

81 I : Alors, ma question : c'est quoi la différence d'après vous entre les deux groupes dans leurs présentations ?

82 P : Ben là, c'est François qui a tout fait quoi. Paul, il n'a pas parlé. Et Nacir, il a commencé, et il a vite passé la main, parce qu'il a lâché l'affaire. Dans l'autre groupe, bon il y a Lisa et Lucie qui ont… paru bien expliqué les choses. Après, les deux autres filles là, elles ont essayé de parler aussi, de contribuer, et moi, je les ai pas mal sollicitées pour les aider ou les forcer à aller plus loin. Là, c'est François qui a fait toute la prestation tout seul quoi.

83 I : Oui, avec les… avec la classe, vous demandez euh normalement euh aux autres : « est-ce que c'est clair ? Est-ce que… »

84 P : Je pense que là, je devais être pris par le temps. J'ai décidé d'aller plus vite, parce que… peut-être que… alors, ça, c'est le deuxième groupe, peut-être que le premier groupe, je me suis dit : « J'ai passé beaucoup de temps, et j'en manque à la fin. » Donc là, j'ai voulu aller plus vite. Peut-être que c'est quelque chose comme ça quoi. Ce n'est pas une histoire de principe, c'est vrai que si j'avais eu le temps, j'aurais bien demandé à tout le monde de vérifier que quelque chose avait été intégré euh… Après, le truc, c'est… enfin, en gros, ce que j'essayais de mettre en place comme posture chez les élèves, c'est que : ils doivent s'expliquer mutuellement des choses sur lesquelles ils ont réfléchi. Quand il y a quelqu'un qui explique quelque chose et que ce n'est pas clair… il faut que les élèves, ils aient la… je dirais le réflexe ou la posture de dire à temps : « Je comprends ce que tu me dis. Ou alors, est-ce que ce que tu veux dire c'est ça ? Je le dis à ma façon, et tu me dis si ça correspond ou pas ? » Parce que c'est ça qui leur permet d'avoir une réflexion, une recherche ensemble. Bon, il se

trouve que là, je… François m'avait semblé être… je trouve avait fait un exposé qui était de très bonne tenue. Donc, j'ai fait le pari que les autres en avaient bien profité, mais… c'est vrai que par exemple tout à l'heure, il y avait Cloe et Rose qui intervenaient, je sentais que c'était confus ce qu'elles disaient, donc, forcément les autres devaient avoir du mal à comprendre. Et donc, c'est pour ça que je les ai incités et dire : « Attendez, elles vous racontent des trucs, intervenez pour les aider à être plus claires, ou pour dire ce que vous comprenez pas… » Voilà.

85 I : D'accord. En fait, il y a une question : qu'est-ce que vous n'auriez pas fait en chimie que vous avez fait dans ce cours de physique ? Sur quelle connaissance vous appuyiez-vous, pour faire les pochettes, sur quelle lecture ? Est-ce que vous vous sentirez moins à l'aise de faire la même chose en chimie ?

86 P : Euh… pas forcément. Parce que… je ne sais pas, il faudrait voir. Bon, j'ai moins de culture en chimie, donc, peut-être que j'ai plus du mal à identifier a priori les pistes fructueuses en termes de questionnement, problématique, etc. Après euh… (Silence) là, par exemple sur l'astrophysique… Bon, je savais que l'astro… je savais que la spectroscopie était fondamentale en astrophysique, etc., mais dans les détails, l'histoire des sciences sur l'astrophysique, euh… j'ai découvert beaucoup de choses en travaillant ça et je ne suis pas au point du tout… Je pense qu'en chimie, je pourrais faire le même type de chose. Parce que justement, le travail de constitution des pochettes, d'identification des thèmes, des questionnements, euh… c'est un travail, nous, en tant qu'enseignant, on découvre des choses, on lit des choses, on… Et le fait d'avoir un regard peut-être un peu neuf sur des questions de chimie, ça peut aussi dire me dire : « Ah ben oui, tiens… ah oui, tiens, ça, ça je ne savais pas, ça, c'est intéressant. Du coup, peut-être que je vais le faire découvrir aux élèves. » Alors, j'avais l'intention de faire une chose en chimie sur les histoires de la classification périodique. On va [00 :55 :35] aussi toujours sur le Roman des éléments. Si en lisant ce livre sur le roman des éléments, que je dis : « ah oui, tiens, en chimie, il y a des questions aussi intéressantes que je ne soupçonnais pas » euh… et que du coup, je pourrais ré exploité euh… pour faire le même type de démarche en chimie. Après, je pense que je le fais moins spontanément, parce que euh… j'identifie plus vite et plus facilement des pistes de travail intéressantes en physique, là où j'ai plus de culture. Du coup, c'est ça que je mets en œuvre plus vite, et comme on manque de temps, comme il faut faire des choix, euh… c'est vrai que la chimie, je la laisse un peu… je vais moins spontanément euh creuser des trucs en chimie. Mais je… à mon avis, il y en a autant de questions intéressantes en chimie. Et puis, cette année, j'ai fait des trucs en chimie hein, j'ai fait un truc sur la neutralisation d'un acide où il y a… alors ce n'est pas du même, ce n'est pas le même type de… Le problème, c'était un problème expérimental, mais…

87 I : Avec les pochettes ?

88 P : Non, justement, c'était un TP hein, où il y avait une expérience. Mais je voulais, mais je n'ai pas eu le temps de le faire cette année, mais je voulais faire un travail du même style sur la classification périodique et l'histoire de la découverte des éléments chimiques.

89 I : Vous l'avez fait…

90 P : J'aurais voulu le faire. J'ai… j'avais déjà l'année dernière, commencé à le faire, c'est que j'avais pris plein d'extraits du roman des éléments et je voulais le faire lire aux élèves. J'ai dû faire une séance l'année dernière qui était un peu mal préparée, un peu improvisée où j'avais euh… où chaque groupe devait lire quelques extraits sur différents thèmes : la découverte des gaz rares, la découverte de l'électrolyse avec toutes les découvertes des éléments faites avec l'électrolyse, la découverte faite avec la spectroscopie. Et cette année, je voulais le reprendre en essayant de mieux le travailler. Mais je n'ai pas eu le temps.

91 I : D'accord. En général, est-ce que vous vous apercevez en regardant ces vidéos-là, qu'il y a des choses que vous ne ferez pas en chimie pour des raisons de votre préférence pour l'enseignement de la physique ? Ou qu'il faudrait différemment ?

92 P : Non. Fondamentalement, honnêtement, je pense… je ne vois pas trop de différence…

93 I : D'accord, oui. Alors, pour l'histoire des éléments, ça sera euh… vous essayez l'année prochaine de…

94 P : Ben là, cette année, je suis quand même un peu vert de pas avoir eu le temps de le faire parce que c'est… moi, c'est un chapitre… même à choisir…

95 I : À choisir quoi ?

96 P : Je pense que je ferais plutôt l'histoire des éléments plutôt que l'astrophysique. Je la trouve plus riche, plus intéressante, plus… Si c'était à refaire et qu'il fallait qu'on me dise : « Voilà, tu ne peux pas faire les deux années, il faut que tu choisisses un des deux. » Je prends plutôt l'histoire des éléments, la découverte des éléments.

97 I : Pour l'année prochaine.

98 P : Pour l'année prochaine.

99 I : Ouais.

100 P : C'est-à-dire que, bon, là, j'ai fait ce colloque-là sur l'astrophysique, parce que je voulais… ça faisait longtemps que j'avais envie de faire… creuser un peu la question d'astrophysique. Euh… mais du coup, c'est vrai que j'ai passé du temps là-dessus, qui ne m'a pas permis de faire le… un colloque sur l'histoire de la découverte des éléments, et je trouve ça vraiment dommage, parce que j'ai vraiment de la matière… avec le livre « le roman des éléments », c'est vraiment une super-matière et que là j'ai exploité un tout petit peu. Et j'aimerais faire un truc sur la classification périodique, ça me permettrait vraiment d'exploiter ce livre-là, que je trouve très, très intéressant à faire travailler aux élèves.

101 I : pour le futur, comment vous pensez pour ces séances, c'est toujours théorique, pas d'expérience… pas de TP… ?

102 P : Sur quoi ?

103 I : Sur la découverte des éléments chimiques.

104 P : Ben, je ne sais pas. Après, il faut arriver à faire un petit dosage entre les deux, entre… Il faut de la pratique expérimentale de temps en temps. Parce qu'effectivement, on a la possibilité de le faire et… et c'est important. Après, moi, je ne suis pas pour faire des expériences, pour faire des expériences, c'est-à-dire que si ces expériences-là, elles ne s'inscrivent pas dans un questionnement ou une réflexion qui est un peu… un travail de modélisation qui est un peu riche, euh… je préfère les faire réfléchir en lisant des textes hein. Voilà, en chimie, cette année, j'ai fait la neutralisation d'un acide où ils ont fait beaucoup… on a fait 3 TP d'affilée dessus où ils ont manipulé, élaboré des protocoles. Donc, ça m'arrive de faire faire des expériences aux élèves aussi. Sur euh… sur la partie spectre, ils ont déjà fait des TP où ils avaient manipulé pour voir des spectres par eux-mêmes. Mais c'est vrai que sur la question par exemple, sur la classification des éléments, je m'interroge beaucoup sur quelles sont les expériences pertinentes à faire dans le cadre de ce chapitre ? Et pour l'instant… je ne suis pas convaincu que ce soit un chapitre où ce soit prioritaire de faire des expériences de chimie. Je pense que c'est un chapitre sur lequel c'est prioritaire de se plonger dans l'histoire des sciences… Bon, après, ça n'empêche pas peut-être de faire de trois manips pour voir comment le sodium réagit avec l'eau. Ou c'est quoi du dichlore ? Les machins comme ça, mais ce n'est pas au cœur du travail quoi.

106 I : D'accord. Au départ, vous m'avez envoyé un mail dans lequel j'ai lu « réaliser un diagramme conceptuel pour montrer le lien dans le cours sur la lumière et les connaissances sur les étoiles ». Et pourquoi vous avez changé votre opinion en utilisant des diaporamas pour la synthèse ?

107 P : Bon, ça c'est… je n'ai pas changé d'opinion sur l'intérêt de faire faire un diagramme conceptuel à la fin. Mais voilà, c'est… faire un diagramme conceptuel c'est un… j'ai envie de dire c'est un dispositif de travail parmi d'autres. Euh… j'avais l'autre priorité aussi qui était de leur faire passer des connaissances un peu factuelles sur ce qu'on sait sur la vie et de la mort des étoiles. Et là, il fallait que je fasse un choix quoi, je n'avais pas un temps extensible, j'ai préféré leur faire un petit magistral, un petit diaporama magistral sur : qu'est-ce qu'on sait des étoiles ? Comment elles vivent ? Comment elles meurent, etc. ? Plutôt que de les remettre encore dans un travail de recherche euh… sur lequel ils devaient produire eux-mêmes des choses. C'est-à-dire que voilà, c'est une classe où il y a beaucoup d'élèves qui sont… (Souffle) comment dire… qui sont rétifs à tout le temps réfléchir quoi. C'est ça qui… c'est des élèves, des fois ils aiment bien se poser là et qu'on leur mâche le travail, qu'on leur raconte des histoires, ça les repose euh… et tout le temps en train de réfléchir, se

questionner euh… il y en a… ils saturent donc, il faut… J'ai appris avec eux à alterner un petit peu quoi. Il y a des moments où je les fais bosser, je leur demande de se prendre la tête, et puis des moments où je leur dis ce qu'il faut penser puisqu'ils aiment bien alors… Donc, là, je me suis dit « voilà, sur les histoires de la vie et la mort des étoiles, allez, je peux leur faire « une petite conférence », ça va leur plaire.

108 I : D'accord. Vous ne m'avez pas parlé sur diaporama, de ces diaporamas. D'où vient ?

109 P : Ben ça, c'est un diaporama qui… Bon, moi, j'ai découvert l'astronomie euh… je ne sais pas, bon, alors ça commence à faire pas mal de temps, mais… c'est un domaine que je ne connaissais pas trop avant, et que j'ai découvert en étant prof de physique où je me suis moi-même euh… et j'ai… bien, c'est intéressant, et tout et… Et j'avais au fur et à mesure collecté des images, des idées euh… et c'est vrai que pendant longtemps, je me suis dit : « Ah tiens, tous ces trucs-là que j'ai appris avec plaisir sur l'astronomie, je voudrais les raconter à mes élèves. » Et donc, j'avais année après année préparé des diaporamas parce qu'à l'époque c'était comme ça que j'imaginais l'enseignement hein, puisque le prof a compris, ben il faut qu'il le raconte bien aux élèves. Donc j'avais préparé plein de supports pour faire des cours, des exposés à mes élèves quoi. Euh… bon, je m'étais un peu aperçu qu'en fait, ce n'était pas si magique que ça, c'est-à-dire que les élèves, certes, ça les intéressait un peu, mais euh… ce n'était pas non plus un super-engouement. Et du coup, j'avais sur l'ordinateur, ben depuis 10 ans, pleins de diaporamas, que j'avais faits sur pleins de thèmes en astronomie euh… que j'avais exploité un peu euh… Et du coup là, ça m'a permis de le… d'en ressortir un, un vieux truc que j'ai un petit peu allégé, un petit peu remanié. Donc, qui était déjà quasiment prêt quoi.

111 I : Ah oui. Alors, ça fait combien de temps que vous… 4 ans-5 ans ?

112 P : Même plus… voire 6, 7-8 ans.

113 I : Ouais. D'accord. Est-ce que vous avez une version papier ou électronique pour ce diapo ?

114 P : J'ai oui, si ! Je dois avoir la version électronique, ça c'est sûr. Version papier, elle est là. C'est ça. Elle n'est pas belle hein, mais ce n'est pas… je pense que c'est pas très important. Ça va ça ? Voilà.

115 I : D'accord. Merci beaucoup.

Annexe 7.5. Transcription de l'observation de classe de l'enseignant Jean, séance 1 (premier demi groupe)

Première partie de la séance 1

Locuteurs	**Productions verbales (de 00 :00 :00 à 00 :05 :40)**
	Professeur écrit sur le tableau « Lundi prochain » « Trier, ranger porte vue Lumière, Astro » ; « Réviser cours spectre – doc synthèse- texte histoire physique soleil »
P	(le prof parle à toute la classe). Personne d'autre à des fiches dialogue à rendre comme ça ?
E	Non
P	Pour tout le monde, mercredi, avec Madame Dania, on ne rattrape pas la vie de classe du jeudi matin. Donc vous commencez à 15 h
E	Non, non, on commence à 13 h
P	13 h, c'est ceux qui commencent à 8 h, 14 h, c'est ceux qui commencent à 9 h, 15 h, c'est ceux qui commencent à 10 h. (00 :02 :10) Bon, alors, pour tout le monde, on est OK pour mercredi, on passe à la suite. (*le professeur demande aux élèves de : ranger leurs portes-vues sur lumière-spectroscopie ; réviser ce qu'ils ont appris sur les spectres)* Petit rappel rapide, je voudrais que tout le monde prenne un petit moment pour ranger les porte-vues, notamment le porte-vue sur lequel on travaille en ce moment, celui sur la lumière, lumière et spectroscopie, parce qu'il y en a plein où il y a des feuilles en bazar dans tous les sens, et comme on va avoir besoin de revenir et de réviser des choses qu'on a déjà faites, il faut que ceux qui n'ont pas des choses bien rangées, vous le fassiez absolument, et que vous en profitiez pour réviser un peu justement ce qu'on a déjà fait sur les spectres. Alors, je vous donne, je vous demande de relire en particulier deux documents (le prof met un transparent : diagramme par rétroprojecteur), celui-là, si vous vous en souvenez, une espèce de diagramme, une synthèse un petit peu indigeste…
E1 du G2	Ah ça a fait longtemps ça
P	Oui, ça a fait longtemps d'où la nécessité de réviser justement
E1 du G2	Ah, mais si…
P	Vous vous souvenez de ce document ? *(le professeur distribue le diagramme conceptuel : lumière-spectroscopie (annexe 8.12))*
E	Oui
E1 du G2	Ah si !
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Donc, s'il y en a qui ne l'ont plus, vous pouvez toujours me le redemander, je serai un peu agacé mais ce n'est pas grave, le mieux, c'est que vous l'ayez, donc le but, c'est de relire, et d'essayer de vous rappeler un peu tout ce qu'il y avait dedans, voir quels sont les souvenirs que vous avez encore, essayer de vous y retrouver dedans
E	Celui-là aussi ?
P	Oui. Donc s'il y en a qui ont leur porte-vue sur la lumière qui ne l'ont plus dedans, j'ai d'autres fiches ici, vous viendrez vous servir. Deuxième document (le prof montre à la main à toute la classe un texte d'histoire de soleil déjà donné), alors je n'ai pas de transparent dessus, mais… Dans le cours sur les spectres, vous aviez eu aussi un texte d'histoire des sciences…
E1 du G2	On avait [00 :04 :36]…
P	Il y avait des questions à faire, je ne me rappelle plus si j'avais donné obligatoires, facultatives, je n'avais pas relevé, je n'avais pas regardé, on va revenir sur ce texte dans le prochain chapitre, donc ça peut aussi être une bonne idée aussi de le relire, et de vous remettre un peu en tête de quoi ça cause
E1 du G2	Ah, par exemple celui-là avec l'histoire du système solaire, c'est ça ?
P	Sur l'histoire de la physique du soleil, sur comment est-ce qu'on fait pour savoir comment le soleil était fait…
E1 du G2	Vous aviez pris un exemple sur [00 :05 :10], je crois
P	Ah non, ça, c'est pour les tailles, c'est autre chose
E1 du G2	Je ne sais pas

P	Moi non plus, je ne sais pas ce que tu veux dire. Donc pareil, si jamais il y en a qui n'ont plus ce texte-là, j'ai quelques copies supplémentaires, vous venez vous servir

Deuxième partie de la séance 1 :

	00 :00 :00 jusqu'au 00 :04 :00
Locuteurs	**Productions verbales**
	(Le professeur montre le transparent concernant le texte de A. Comte par rétroprojecteur)
P	Bon, pour tout le monde, je vais distribuer un texte écrit par un philosophe assez célèbre au XIVe siècle. Je vous demande de vous plonger dedans, et d'essayer de m'en trouver une idée principale *(l'enseignant distribue le texte A. Comte)*
E1 du G2	Il est compliqué ce texte là
P	Il est compliqué, mais en lisant tout, et notamment la partie qui est en gras au milieu, je pense que vous êtes tous capables de retrouver quelle est l'idée principale de ce texte
	(*E2 du groupe 2 sollicite l'enseignant. Le professeur se dirige vers le groupe 2 et demande à l'élève E2 d'interroger ses collègues dans son groupe et discuter avec eux. Après le professeur discute avec les trois élèves) ; (l'enseignant se dirige vers le groupe 4 caché)* ; *(le professeur se dirige vers le tableau et efface une partie : il souligne sous la phrase : <u>débat travail astrophysique</u>. Il écrit en dessous : idée principale)*
P	*(le professeur appel E1 du groupe G2)* Ton nom, Je l'avais remarqué la semaine dernière, je remarque une deuxième fois aujourd'hui
E1 du G2	ça ne sert à rien…
P	*(le professeur se dirige vers le groupe G2)* Pour lire un texte avec attention, on a besoin de calme. Depuis tout à l'heure, ça s'agite
E1 du G2	Non, mais nous, on a terminé…
P	Vous parlez à voix basse de ce que vous en avez tiré. *(le professeur se dirige vers le tableau et écrit : « quel problème vous pose cette idée ? »).* Sonnerie (pause)

Troisième partie de la séance 1

Locuteurs	Productions verbales
	De 00 :02 :54 à 00 :10 :00
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Alors, à partir du texte que vous avez lu, je vous demande dans chaque groupe-là, en 3 minutes de vous mettre d'accord *(l'enseignant se dirige vers le tableau pour indiquer le texte qu'il a écrit concernant le travail à faire)*, *(le professeur dit)* quelle est l'idée principale du texte, en une phrase, et en quoi cette idée est problématique, et en quoi cette idée, enfin, je ne sais pas si ça va vous faire réagir ou pas, mais c'est une idée avec laquelle aujourd'hui, on doit dire : « mais il se plante carrément ce gars-là », et pourquoi ? Il y a une idée principale, et on doit voir que c'est une idée qui ne tient pas la route à la lumière des connaissances qu'on a aujourd'hui *(l'enseignant se dirige vers G1 et prend leurs travaux de Big Bang)*.
	(*le professeur laisse les élèves lire le texte A. Comte)*
P	Dans 30 secondes, on met en commun.
	(l'enseignant se dirige vers le G2 et discute avec E3)
P	Bon
	Productions verbales (De 00 :10 :01 à 00 :16 :43)
P	Allez *(le professeur parle à toute la classe)*, on met en commun, dites-moi un petit peu ce que vous avez réussi à retirer de tout ça, le texte, il n'est pas simple, je vous l'accorde, mais vous allez voir que l'idée essentielle que je vous ai demandé d'en retirer peut [00 :10 :16]. Qui veut commencer ? Qui veut commencer à proposer un bout d'idée *(l'enseignant demande à une élève du G4)* ? Emma. Vous n'avez rien

	trouvé, rien compris ? C'est vrai Clara ? *(l'enseignant relance)* Ensuite, Camille ? Kamil (E1 du G1) ?
E1 du G1	Moi, je pense qu'il essaye de faire comprendre qu'on ne peut rien prouver, et on ne peut rien en vrai savoir vraiment de… Dans la phrase en gras, il dit de quoi c'est composé quoi, par composition chimique tout ça…
P	Il parle de qui ? *(l'enseignant allume le reprojecteur avec le texte de A. Comte)*
E1 du G1	Bah de…
P	Des êtres vivants, des… ?
E1 du G1	Non, des, de, de l'espace, de ce qui est de l'espace, et de l'environnement …
P	De l'espace il y a 14 millions d'années ?
E1 du G1	Oui, il y a 14 millions d'années, on va dire.
P	C'est ce qu'il dit là, il parle de…
E1 du G1	Je pense.
P	Alors, qui veut, Eva (E2 du G3) ?
E2 du G3	Je crois qu'il parle des astres.
P	C'est quoi les astres ?
E2 du G3	C'est le soleil, la terre…
P	La terre, c'est un astre ?
E2 du G3	Non, la lune…
P	*(le professeur interroge toute la classe)* Donc le soleil, la lune… Quoi d'autre encore ? Quand on parle des astres, c'est quoi ? Lucie (E3 du G2).
E3 du G2	Les étoiles
E de classe	Les étoiles.
P	Vous avez entendu ce qu'a dit Lucie ?
E	Les étoiles.
P	Les étoiles. Alors, Nicolas (E2 du G1), d'accord avec cette idée ?
E2 du G1	Non, je n'ai pas compris… Non.
P	*(le professeur se dirige vers le tableau pour mentionner ce qu'il a écrit)* Quelle est l'idée principale ? Qu'est-ce que je marque ? Qu'est-ce qu'on marque ? Kamel (E1 du G1) a proposé un début d'esquisse, Eva (E2 du G3) a essayé de préciser… Cloe ?
E2 du G1	Oui, déjà la composition chimique, qu'on ne pouvait pas définir ce que c'était exactement.
E1 du G2	Ça part des astres.
P	Alors, par exemple ça part des étoiles.
E2 du G1	La matière.
P	le soleil. On peut les voir ?
E	Non.
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Ce n'est pas le problème qu'on ne peut pas les voir ?
E	[00 :12 :45]
E	Personne.
P	Pourquoi est-ce qu'il dit : « on serait incapable de déterminer par exemple la composition chimique du soleil et des étoiles » ?
E1 du G2	Parce qu'on ne peut pas les toucher, enfin…
E	On ne peut pas y aller.
P	On ne peut pas les toucher, on ne peut pas y aller, on ne peut pas prendre d'échantillon pour les analyser. Relisez la phrase en gras tout le monde…
E2 du G1	Oui.
P	Pour mieux la comprendre : nous ne saurions jamais étudier…il n'y a aucun moyen
E2 du G1	Ah si !
P	Nicolas (E2 du G1)
E2 du G1	Nous ne serions jamais étudier : si, maintenant, on peut, par l'astroculture minéralogique
E1 du G1	enfin non, il a faux là.
	[13 :36 :10]
P	Aymane (E1 du G4)?
E1 du G4	[13 :43 :00]
P	Vous avez entendu ?

E toute la classe	Non.
P	Redis-le bien fort.
E1 du G4	j'ai dit comme quoi dans le texte, il dit qu'on ne pourra jamais savoir ce qu'il y a, de quoi la structure, de quoi est constitué le soleil et tout, on peut savoir seulement ce qu'il y a sur terre, mais [00 :14 :12]
E2 du G1	Ah ouais, OK.
E1 du G4	C'est ce que je pense.
E2 du G1	C'est normal parce qu'on n'avait pas encore fait de voyage sur la lune ! Enfin c'est…
P	Alors, Nicolas (E2 du G1), il dit : « c'est normal parce qu'on n'avait pas encore fait des voyages sur la lune »…
E1 du G1	Ou dans l'espace.
E	Peut-être oui.
P	Alors, on a fait depuis des voyages sur la lune, est-ce qu'on a fait un voyage sur le soleil ?
E toute la classe	Non.
P	Non. Est-ce qu'on a fait des voyages sur les autres étoiles ?
E toute la classe	Non…
E2 du G1	Oui, mais après, la technologie, il y a quand même…
P	Et en quoi la technologie a changé ? C'est ce qu'on va essayer de voir après. Alors, l'idée principale d'Auguste Comte, c'est…
P	*(l'enseignant se dirige vers le tableau)* Alors, l'idée principale d'August Comte. C'est Je vous propose ma formulation à moi pour aller un petit peu vite : on ne peut analyser le… *(le professeur écrit sur le tableau : « on ne peut analyser que des échantillons [en astres]. Impossible de savoir de quoi les étoiles sont faites ». Le professeur se dirige ensuite vers la classe et donne des consignes)* Donc là, ce qui serait bien quand même, c'est que, normalement, il devrait y avoir un cahier ouvert, avoir marqué la date, avoir marqué ce qu'on a bien mis, avoir marqué ce qu'on a pris sur big bang [00 :15 :59] avoir marqué sur l'astrophysique, et commencer un petit peu à noter ce qu'on fait. Si ces habitudes ne se perdraient pas, on gagnerait énormément de temps ! *(L'enseignant va vers le tableau et écrit « texte A comte »).* Donc en 1834, un philosophe célèbre…
	00 :16 :43 à 00 :17 :41
	(P explique à l'orale…. on saura ????? jamais des planètes parce qu'elles sont trop loin inaccessibles. Quelles sont les connaissances qu'on peut avoir sur les planètes… ?).
	De 00 :17 :42 à 00 :18 :40
P	Qu'est-ce que l'on pense aujourd'hui à cette idée « *Impossible de savoir de quoi les étoiles sont faites »*
E1 du G4	Ce n'est pas vari. On peut le savoir
P	Aymane (E1 du G4)
E1 du G4	On peut le savoir.
P	On peut le savoir *(l'enseignant se dirige vers le tableau)*, et qu'est-ce qu'on sait par exemple ?
E1 du G4	La constitution du soleil.
P	*(le professeur parle à toute la classe)* On sait très exactement de quoi le soleil est fait, quelle température il y fait, quelle pression il y fait, et y compris pour toutes les autres étoiles. Alors, le soleil, c'est plus proche par rapport aux étoiles, mais pour les autres étoiles, on connaît la composition d'une étoile comme si on y était *(l'enseignant se dirige vers le tableau et écrit : « On connait la composition des étoiles »*).
	De 00 :18 :41 à 00 :19 :29
P	*(l'enseignant veut lancer un nouveau travail)* Donc dans la suite… On va essayer de travailler dans le détail pour comprendre qu'est-ce qu'il s'est passé entre le moment où Auguste Comte affirmait ça… Il y en a plein qui sont en train de gratter pour rattraper le retard, je vous laisse 30 secondes pour finir de noter les choses *(le prof laisse les élèves de noter ce qu'il a écrit sur le tableau)*.
	De 00 :19 :30 à 00 :20 :45

P	*(l'enseignant explique la raison de travail à suivre à toute la classe)* Donc on va essayer dans la suite du travail qu'on va commencer aujourd'hui, qu'on poursuivra lundi prochain, de comprendre ce qu'il s'est passé entre le moment où on pouvait penser ça, et aujourd'hui. Alors, Lucie, tu avais commencé à donner un début de réponse, je pense que tout le monde voit un peu de quoi il s'agit, c'est quoi qu'il y a, qu'est-ce qu'il s'est passé entre les deux ?
E	La notion du spectre.
P	Vous avez entendu ?
E	La découverte du spectre.
P	La découverte du spectre, la spectroscopie, c'est ça l'idée générale. Donc on va reprendre des choses qu'on a déjà vues sur la lumière, même sur le spectre, mais en essayant de comprendre dans le détail comment des physiciens au cours de l'histoire sont arrivés à mettre en place ce qui nous permet aujourd'hui de connaître les étoiles comme si on y était, d'accord. Ça va être pour vous l'occasion de réviser vos cours sur les spectres, de reprendre les connaissances que vous aviez plus ou moins bien assimilées, et puis, j'espère, de découvrir des choses nouvelles sur comment la science s'est faite au cours de l'histoire.
	De 00 :20 :46 à 00 :25 :55
P	*(le professeur explique le travail à faire à toute la classe)* Alors, on va travailler de la même façon que la semaine dernière, j'ai préparé différentes pochettes correspondant à différents moments clefs, et je vais vous demander donc de travailler sur ces pochettes, et vous aurez, chaque groupe, à présenter mardi prochain un résumé de qu'est-ce qu'il s'est passé à telle époque, quels sont les physiciens, qu'est-ce qu'ils ont découvert, quelles questions ils se sont posés qui ont permis d'avancer vers la compréhension de la physique des étoiles. Alors, le problème, c'est que j'ai cinq pochettes, et vous êtes quatre groupes, comme d'habitude, alors ce qui serait bien, on pourrait faire un cinquième groupe en prélevant deux élèves dans les groupes au lieu de quatre. *(le professeur distribue une pochette à chaque groupe d'élèves)* Alors, je vous offre la pochette sur les débuts. Je vous offre la pochette sur Newton et Fraunhofer (G3). Je vous offre la pochette sur Bunsen et Kirchhoff (G2). Je vous offre la pochette sur l'effet Doppler (G1). Je vous offre la pochette sur l'énergie des étoiles (G4). *(le prof parle à toute la classe)* Et il me reste une pochette, tout le monde, sur le lien entre la couleur et la température d'une étoile.
	(le professeur propose à une élève de G3 de travail avec une élève de G2)
E de G2	Monsieur, on ne peut pas prendre ça plutôt nous ?
P	*(le professeur se dirige vers le G2 et discute avec elles sur la pochette)* Vous préférez, si !
E1 du G1	Monsieur ?
P	*(le professeur se dirige vers le G1)* Oui
E2	Pourquoi c'est écrit (niooooooooooo)
P	Tu as déjà vu une course automobile, un circuit de formule 1 ? niiiiooooo [00 :23 :54]…ça commence aigue et quand ça passera c'est grave *(le professeur demande aux élèves de G1 de ranger leurs feuilles sur la table pour commencer le travail)*
	(le professeur se dirige vers G3, il demande de ranger leurs feuilles sur la table. Ensuite, il se dirige vers G4)
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Donc vous savez comment on fonctionne, je vous demande de prendre connaissance d'un ou deux documents dans la pochette, vous n'êtes pas obligés de tout lire, et vous notez dans votre cahier de brouillon toutes les idées qui vous semblent intéressantes, et vous aurez ensuite à les partager au sein de votre groupe. Je vous mets au tableau les questions auxquelles je voudrais que vous répondiez dans votre groupe *(l'enseignant se dirige vers le tableau).*
	De 00 :25 :55 à 00 :27 :20
P	*(le prof écrit sur le tableau :* *« Travailler sur la pochette de documents* - *quels physiciens ? Dates ?* - *quels découvertes ?* *quels questionnements ? »*) *(P parle à toute la classe : demande à chaque groupe répondre à ces questions pour guider leurs travaux)*

	De 00 :27 :21 à 00 :32 :00
	(le professeur laisse les élèves lire et discute avec chaque groupe. Il rappelle la classe qu'il reste 5 minutes. Il arrête le travail pour le reprendre Lundi)

Annexe 7.6. Transcription de l'observation de classe de l'enseignant Jean, séance 3 de Jean (classe entière)

Locuteurs	Productions verbales
	(00 :01 :02 à 00 :01 :40) *(le professeur écrit sur le tableau : « Suite « astrophysique »* *Rappel ce qui affirmait A. Comte sur nos connaissances sur les étoiles ? »)*
	(le professeur précise aux élèves ce qu'ils doivent faire pour la synthèse de l'histoire Big Bang)
P	*(le professeur parle à toute la classe et lance le travail sur ce qu'ils ont compris de la séance précédente)* Je vous laisse 1 minute par groupe pour vous remettre en tête la question sur laquelle on avait travaillé la semaine dernière. La semaine dernière, vous aviez lu un texte d'un philosophe qui s'appelait Auguste Comte qui disait certaines choses à propos de nos connaissances sur les étoiles. Dans 1 minute, j'interroge quelqu'un au hasard, vous avez 1 minute pour vérifier au sein du groupe que tout le monde est prêt à répondre. C'est parti !
	(le professeur laisse les élèves lisent ce qu'ils ont pris la séance précédente. Ils passent à quelques groupes pour demander s'il est prêt)
P	*(le professeur est devant la classe, il met en commun, il demande à une élève)* Eva (E2 de G1) ?
E2 de G1	L'idée principale ?
P	Oui.
E2 de G1	C'est qu'on ne peut rien analyser d'autre que des échantillons terrestres, et que c'est impossible de savoir de quoi la structure est faite. Je crois.
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Vous êtes d'accord les autres ou pas ?
E	Ouais.
E	Oui
P	Est-ce que quelqu'un voudrait compléter, corriger, rectifier ? Aymane (E2 de G3)
E	C'est vrai, mais d'un côté, la seule chose, c'est que…la spectroscopie n'existe pas…
P	Alors, je te remercie, c'est tout à fait, c'est là où on va en arriver, mais est-ce que déjà on est tous clairs sur le point de départ que Eva (E2 de G1) a bien résumé, je veux être sûr que tout le monde, Louna (E3 de G4), tu peux le redire autrement peut-être ?
E3 de G4	Non, moi, j'avais compris qu'ils avaient [00 :07 :12]
P	Et donc ?
E3 de G4	Et donc, là maintenant, on sait comment est constituée une planète.
P	Et pourquoi on ne le savait pas ?
E3 de G4	Parce qu'on n'avait pas encore la spectroscopie.
P	Auguste Comte, il ne disait pas : « on n'a pas encore la spectroscopie, donc on ne peut pas analyser les étoiles », donc qu'est-ce qu'Auguste Comte disait ?
E3 de G2	Qu'on ne pourrait jamais savoir…
P	Dis-le pour tout le monde.
E3 de G2	Qu'on ne pourrait jamais savoir la composition des étoiles.
P	Pourquoi ?
E3 de G2	Parce qu'elles sont trop loin, et qu'on ne peut pas aller les voir, donc on ne peut pas aller les analyser.
P	Anna (E1 de G5 caché) ?
E1 de G5	En fait, l'idée principale, c'est que les gens de l'époque pensent qu'on ne pourra jamais analyser la composition des étoiles…
E1 de G1	C'est ce que j'ai dit.
E1 de G5	Attends, je n'ai pas fini !
P	(le *professeur* demande à E1 de G5 de reparler clairement) Essaye, c'est dur de lire… Essaye de parler clairement pour qu'ils t'entendent, ce n'est pas pour moi que tu parles.
E1 de G5	En fait, il avait une idée principale, c'est que les gens de l'époque, ils pensaient qu'ils ne pourraient jamais étudier la composition chimique et la structure minéralogique des

	astres et du soleil, c'est ça, et on ne peut pas connaître la composition des étoiles parce qu'elles étaient trop loin pour les analyser.
P	OK. C'est des choses que tu as écrites ?
E1 de G5	Oui.
P	C'est dur de se relire !
E1 de G5	Oui.
P	*(le professeur reconnait que ce n'est pas son cahier)* Tu peux rendre son cahier à Antoine, merci. Alors…
	00 :08 :57 à 00 :11 :00
P	*(le professeur se dirige vers le tableau et il écrit « colloque ». Il parle ensuite à toute la classe pour commencer le travail sur les pochettes)* Donc maintenant on va reprendre…S'il vous plaît. On va repartir de cette idée parce que, voilà la question qu'on va essayer de résoudre collectivement, certains ont commencé dans un des deux groupes mardi dernier, mais les autres n'ont pas commencé, donc on va repartir tous du même point. Le but, c'est de savoir qu'est-ce qu'il s'est passé exactement entre le moment où Auguste Comte affirmait avec certitude qu'on ne saurait jamais de quoi les étoiles sont constituées, à aujourd'hui. Donc Aymane et d'autres ont très bien dit qu'entre-temps, on a découvert la spectroscopie, mais moi, je voudrais qu'on entre beaucoup plus dans le détail pour savoir comment ça a été découvert, par qui, à quelle époque, en plusieurs étapes, et comment on s'est rendu compte que ça nous renseignerait sur les étoiles, et qu'on a découvert les choses sur les étoiles. D'accord ? Donc, Eva… Vous allez vous plonger dedans avec le même principe que la fois d'avant, c'est-à-dire que je vais vous donner… Merci Louna. Donc une pochette par groupe, alors, on va les tirer, la dernière fois, vous étiez partis, il y avait des groupes qui avaient déjà lu un peu significativement leur pochette, et si vous avez déjà lu votre pochette, vous êtes capable de me redire de quoi ça parlait, et je vous la redonne ; si vous n'êtes pas capable de me dire de quoi ça parlait, je vous en donne un au hasard.
	00 :11 :05 à 00 :13 :16
P	*(le professeur distribue une pochette pour chaque groupe d'élèves et il demande aux élèves de se calmer)*
	De 00 :13 :17 à 00 :13 :48
P	*(le professeur parle à toute la classe en donnant des consignes)* Alors, pour tout le monde, vous travaillez comme d'habitude, c'est-à-dire que vous lisez silencieusement pendant 20 minutes les textes de ce dossier. Quand il n'y en avait pas beaucoup, je les ai photocopiés, comme ça certains textes sont en double, comme ça, vous pourrez les lire deux fois, et vous notez dans votre cahier… Julia, vous ne pouvez pas attendre deux secondes que je finisse ?
	De 00 :13 :49 à 00 :14 :39
	(le professeur a un problème avec une élève concernant le silence en classe)
	De 00 :14 :40 à 00 :15 :13
P	*(le professeur parle à toute la classe et redonne des consignes)* Donc je reprends, vous notez dans votre cahier toutes les notes qui vous semblent intéressantes. Ensuite, après ce temps de lecture qui sera complètement silencieux, vous mettrez en commun ce que vous avez trouvé, et je vous donnerai une feuille à compléter dans laquelle vous essayerez de résumer toutes les idées que vous aurez comprises. Le temps est limité, dans moins de 40 minutes, ça doit être fini, donc soyez extrêmement efficaces.
	De 00 :15 :13 à 00 :24 :14
	(le professeur laisse les élèves lire leur pochette (5 minutes) ; Amine (E3 de G2) pose une question sur une phrase bizarre dans le texte et l'enseignant demande à Amine de discuter avec ses collègues dans le groupe ; il passe voir les groupes (1, 2, 3, 4,…) ; il demande le silence ; Il repasse entre les groupes pour voir si ils ont des questions ? Il demande d'avoir le cahier et un crayon ; Il redemande à trois groupes d'élèves le silence)
	De 00 :24 :15 à 00 :24 :54
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 2 et explique à E1 de G2)* Alors, les gaz, c'est une masse… Jupiter, c'est une période gazeuse qui est mille fois plus lourde que la terre.

E2 de G2	Monsieur, il est mort, il avait 100 ans, ah non, il avait 99 ans.
E1 de G2	Je n'ai rien envie de lire là-dedans.
E2 de G2	Il est né en 1906.
P	Bien !
	(le professeur laisse les élèves continuer la lecture)
	De 00 :26 :13 à 00 :26 :43
P	*(le professeur parle à toute la classe pour donner une aide rapide)* Si vous avez dans vos textes un point qui vous semble important et qui vous pose problème, vous pouvez me solliciter rapidement pour essayer de vous faire avancer, mais je ne le ferai qu'avec ceux qui…
E	Travaillent…
P	Qui travaillent manifestement… Et dans la mesure où je suis disponible pour ne pas m'occuper des autres.
	De 00 :29 :20 à 00 :29 :27
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Encore 10 minutes de lecture.
	De 00 :30 :00 à 00 :35 :20
	(Il bouge entre les groupes…il interroge des élèves sur leur porte-vues sur la lumière, E oui je n'ai pas fait et le prof écrit des notes et il demande aux élèves d'éviter d'écrire sur les feuilles qu'il a donné à lire …P revient et demande le travail de chaque groupe sur big bang ….P demande à un élève (caché) si il y a un brouillon sur bing bang)
	De 00 :35 :23 à 00 :38 :00
P	*(le prof parle à toute la classe)* On arrête de lire dans 1 minute. (*le prof parle au groupe 7)* Vous avez un porte-vue sur la lumière à me montrer.
E1 de G7	Oui, il est là. Mais je ne sais pas sûre s'il y a toutes les feuilles.
P	Il manque toute l'astronomie.
E1 de G7	Et en fait, sur la feuille, vous l'avez déjà photocopié la feuille…
P	Il manque l'astronomie.
E2 de G7	Comment ça l'astronomie ? Je ne l'ai pas.
P	Julia, tu ne l'as pas ? Tu as ton porte-vue sur la lumière ?
E3 de G7	Non, Monsieur, mettez un point d'interrogation.
P	Tu me le ramènes demain complet.
E3 de G7	Voilà. Et cette feuille-là ?
P	Ça, il faudrait le mettre avec le cours de SVT !
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 5)* Tu es bien Charlotte, tu dors bien ? Ah, mais elle dort vraiment ! Bon… Je finirai de regarder ces trucs-là après. *(le prof parle à toute la)* Alors, je vous distribue dans chaque groupe la feuille que je vous demande de compléter, vous devez me la rendre complétée à la fin de la séance.
E	Ouais !
P	Quand ça sonne, dans pas longtemps…
E	Dans 5 minutes.
P	Dans 10 minutes, dans un quart d'heure, d'accord, donc il vous reste un quart d'heure pour échanger sur ce que vous avez vu dans ces textes, et me rédiger quelque chose là-dessus.
	(le professeur distribue aux élèves une feuille qui contient des questions à répondre ; il rappelle qu'il reste moins de 15 minutes ; les élèves travaillent en groupes)
	De 00 :40 :01 à 00 :40 :08
P	*(le professeur parle à toute la classe : rappel)* Chaque groupe a le droit de m'appeler pour éclaircir des sujets qui vous posent des problèmes.
	(le professeur donne des consignes pour que les élèves travaillent et pour non parler et gêner les autres groupes)
	De 00 :42 :25 à 00 :43 :10
P	*(le professeur parle à toute la classe : rappel à ce que les élèves doivent chercher)* S'il vous plaît, pour tout le monde, excusez-moi, pour tout le monde, je vous rappelle, mais peut-être que ce n'était pas assez évident, qu'on a une question à résoudre, c'est qu'est-ce qu'il s'est passé entre le moment où Auguste Comte disait qu'on ne saurait jamais rien sur les étoiles, et aujourd'hui, et c'est ça qu'on cherche, donc vous, quand vous réfléchissez sur vos textes, vous essayez de voir quelles sont les informations qui vous intéressent pour comprendre comment les physiciens ont réussi à en savoir plus sur les étoiles, parce que dans les textes, il y a plein de petits détails qu'il faut de côté,

	qui ne vous intéressent pas.
	De 00 :43 :18 à 00 :44 :18
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 4 : discussion avec une élève et problème de concentration dans la lecture)* Qu'est-ce qu'il y a Louna (E3 de G4) ?
E3 de G4	C'est ça un machin-là, lumineux et tout ?
P	Alors, cette histoire de raies lumineuses, ça n'a rien à voir avec notre problème ?
E3 de G4	Si, mais… Si, mais pas trop, parce qu'en fait…
E1 de G4	Moi, je ne peux pas travailler avec ce bruit…
E3 de G4	Parce que le soleil, c'est l'étoile, le soleil, ça donne la lumière, et il faut chercher avec les raies tout, il faut chercher peut-être qu'eux, ils se disent : « avec ça, on va savoir comment c'est fait dedans »…
P	Bah voilà.
E3 de G4	moi, je dis ça, je n'ai même pas lu le texte.
P	Alors, déjà… tu n'as même pas lu le texte ? OK.
E3 de G4	Parce que je lis jusqu'à là, après je me déconcentre alors que je suis à là, et je reviens à là.
P	Et pourquoi tu te déconcentres ?
E3 de G4	Il y a du bruit, je ne peux pas travailler.
P	Oui, c'est pour ça que je me bats pour essayer de faire moins de bruit, mais… Rose ? Je suis désolé, je vous laisse travailler.
	(le professeur se dirige vers le groupe 3 pour demander le silence)
	De 00 :45 :08 à 00 :45 :56
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 1)* Comment ça se passe ?
E2 de G1	[00 :45 :11 : ah chacun prend des notes]
P	Vous recopiez chacun…Vous pouvez vous dire ce que vous avez trouvé, c'est réfléchir ensemble.
E2 de G1	Pourquoi vous n'[aidez] pas ?
P	*(il donne une consigne pour le travail ensemble dans le groupe)* Pourquoi on n'[aide] pas, parce que vous avez chacun des idées, il faut que vous les croisez, essayez d'en faire une petite synthèse très courte. Et éventuellement, il y en a une qui note au fur et à mesure les idées des autres, mais vous vous les présentez les idées, vous avez besoin de tout ce qui est dans tous les documents pour réfléchir.
	De 00 :46 :04 à 00 :46 :16
	(le professeur se dirige vers le groupe au milieu de 3 élèves) Plus que 5 minutes. Alors, il faudrait que vous notiez les choses au fur et à mesure, depuis tout à l'heure, je vous vois réfléchir et vous dire des trucs…
	00 :46 :16 à 00 :50 :14
	(le professeur voit le groupe 6 et donne la même consigne précédente concernant le travail en groupe)
P	*(le professeur se dirige vers le groupe G7 caché en demandant si les élèves ont compris l'effet Doppler)* Est-ce que vous avez l'impression que vous avez compris l'effet Doppler ? *(le professeur entend la réponse d'une élève sans discuter avec ce groupe)(des élèves se discutent…) ; (le professeur cherche des feuilles et les distribuer aux élèves : travaux en chimie)*
	00 :50 :15 à 00 :53 :13
	(le professeur demande d'arrêter le travail à (00 :50 :21) et il demande à ses élèves de travailler sans lui dans la deuxième heure à l'extérieur de lycée : soit travailler sur la feuille (questions sur les pochettes) qu'il a donné soit y avait un travail à faire pour bing bang ou l'univers. Il demande aux élèves de laisser leurs travaux à la vie scolaire soit continuer le travail sur la feuille qui a distribué pendant cette séance.

Annexe 7.7. Transcription de l'observation de classe de l'enseignant Jean, séance 4 (premier demi groupe)

Première partie de la séance 4

Locuteurs	Productions verbales
	De 00 :02 :55 à 00 :04 :30
P	*(le professeur parle à toute la classe)* S'il vous plaît, parce que là, vous êtes en train de perdre du temps. Je voudrais qu'à la fin de cette séance, chaque groupe présente son travail. Ça te gêne Lisa (élève de G3) ? Je sens un ronchonnement qui, donc s'il est silencieux est très puissant… Donc pour cela, jusqu'à la récréation, vous vous mettez au point sur ce que vous avez, ce que vous jugez d'intéressant à raconter, et dès que la récréation est terminée, vous revenez, et on se fait une petite présentation rapide, et on essaye de voir qu'est-ce qu'on retient de tout ça. D'accord ? Alors, pour cela, j'essaye de donner à chaque groupe, alors, je vais vous demander d'arriver à tirer au clair sur quoi vous avez travaillé, sur quoi a écrit l'autre groupe qui travaille sur le même sujet, comme ça, vous pouvez confronter ce que vous avez, vous, tiré des documents. Je passe vous voir un moment pour discuter pour arriver à faire le tri entre les choses essentielles, les choses secondaires, les choses que vous n'auriez pas comprises, et votre priorité pour l'instant, c'est quelles sont les idées principales à retirer de chaque dossier pour répondre à votre question, donc ne perdez pas de vue sur quoi on travaille. Est-ce qu'il y a des remarques, des interrogations, des doutes, des réticences ?
	De 00 :04 : 58 à 00 :05 :14.
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Quand on aura fini tout ça, vous me direz comme d'habitude comment s'est déroulée cette séance, ce qui vous a aidé à vous y impliquer, ce qui vous en a empêché. Allez, au boulot !
	(le professeur laisse les élèves lire et demander aux élèves de G2 le silence)
	De 00 :11 :24 à 00 :14 :45
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 2)* Allez, qu'est-ce que vous avez compris, qu'est-ce que vous n'avez pas compris, en quoi je peux vous aider ?
E1 de G2	[00 :11 :34 : pas besoin…]
P	Ouais.
E1 de G2	Et la question… [00 :11 :43]
E2 de G2	Il se pose la question ….quand elle est loin, elle est grave
P	Alors, c'est ça que vous avez besoin les autres ? Ce n'est pas exactement le sens, c'est presque ça, ce n'est pas quand c'est loin, c'est grave, et quand c'est près, c'est aigu… C'est quand ça s'approche, c'est aigu, quand ça s'éloigne, c'est grave. Aigu et grave pour un son, c'est lié à quoi ? Qu'est-ce qui fait qu'une onde sonore est aiguë ou grave ? Vous ne l'avez pas vu dans les documents ? Si je suis très loin et que je te parle, j'ai une voix aiguë, quand je suis très proche, j'ai une voix grave… Est-ce que vous voyez le rapport avec ça ? Non… C'est quelle vitesse ça vous donne, quelque chose qui vibre très vite, ça fait un son aigu, quelque chose qui vibre doucement, ça fait un son grave, et après, c'est pareil pour la lumière, la lumière, vous vous rappelez, [00 :12 :58 c'est une onde], il faut une certaine couleur, les longues longueurs d'onde à une autre, ça vous dit quelque chose ? *(les élèves ouvrent leur cahier pour voir le cours de la lumière)* Donc c'est pour ça qu'il faut avoir votre porte-vue sur la lumière. Vous avez votre porte-vue sur la lumière ? D'accord, alors… *(E3 de G2 ouvre son cahier)* Vous avez plein d'images colorées. Voilà, regardez, ça *(le professeur mentionne au cahier d'E3 de G2 et explique)* ! Là, vous vous rappelez de ces histoires-là qu'on avait discutées ?
E de G2	Ah oui.
P	D'accord, quand les ondes ont des vagues très écartées, donc une grande longueur d'onde, c'est rouge, et une faible longueur d'onde, c'est bleu. Ça, c'est pour la lumière. Pour les ondes sonores, une grande longueur d'onde, c'est grave, faible longueur d'onde, c'est aigu. Quand l'objet s'approche de nous ou s'éloigne de nous, ça change sa longueur d'onde. *(le professeur demande aux élèves de rappeler les connaissances sur ce qu'ils ont pris)* C'est ça l'idée, et avec ça, il faut essayer de comprendre un peu vos documents. D'accord ? Vous essayez de vous replonger là-dedans, et pour

	essayer d'être capable de m'expliquer c'est quoi l'effet doppler, et en quoi ça nous informe sur les étoiles. Ça va aller ?
E de G2	Oui.
P	Vous essayez un peu, je reviens vous voir.
E de G2	Hmm.
	De 00 :18 :15 à 00 :20 :44
P	*(après avoir entendu ce que les élèves ont dit, le professeur explique ce qu'il voit pour le sujet)* Donc je vous le fais à ma façon, et vous essayez de voir si ça vous aide à recoller un petit peu tous les petits morceaux que vous avez grappillés. Ce que Kirchhoff savait, c'est que si on prend une source, on a un spectre troublant, ou une source très chaude, il savait que Fraunhofer, quelques années avant lui avait remarqué qu'il y avait des raies noires dans le soleil, ils avaient remarqué aussi que quand ils avaient une flamme dans laquelle ils mettaient par exemple du sel, il y avait des raies lumineuses qui apparaissaient, et ils savaient que chaque raie lumineuse correspondait à un élément chimique. Par exemple, le sodium, c'est des raies à tel endroit, le fer, c'est des raies à tel autre endroit, et ils ne comprenaient pas pourquoi dans le soleil il y avait des raies noires qui avaient la même position que les raies brillantes. Fraunhofer a vu les raies noires, eux, ils connaissaient les raies brillantes ici, et ils ne voyaient pas le lien entre les deux, et lui, l'expérience qu'il a faite, c'est qu'il a pris une lampe qui faisait un spectre avec toutes les couleurs, sans raie, il a fait passer cette lumière dans du gaz un peu plus froid, dans lequel il avait mis du sodium, il savait ce qu'il avait mis parce que c'était sur son expérience, et il s'est aperçu que derrière, dans le spectre, il manquait une raie, et donc c'est là, grâce à son expérience qu'il a dit : « ah bah oui, la raie, ça correspond à la lumière absorbée par le gaz », et il a remarqué que le gaz absorbait en fait la même lumière que celle qu'il émettait quand il était tout seul. Donc ce qu'il a démontré, c'était la position des raies, c'est la même que celle-ci, ça veut dire que c'est le même gaz. Bon, ça, c'est l'idée qu'il faut arriver à présenter, donc moi, ce que je vais vous demander, c'est d'arriver à reprendre un petit peu tout ça, éventuellement de relire les passages où vous voyez que vous avez un lien mais qu'il n'est pas très bien compris, d'essayer de vous clarifier les choses entre vous, et voilà. S'il faut essayer de raconter tout ça aux autres pour leur faire comprendre, comment vous vous y prenez ? Qu'est-ce qu'il y avait avant Bunsen et Kirchhoff ? Qu'est-ce que Bunsen et Kirchhoff ont trouvé ? Qu'est-ce que ça a permis ? Allez, courage !
	De 00 :20 :44 à 00 :27 :03
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 4 (caché) de deux élèves filles)* À vous !
E1 de G4	Mais en fait, on n'a aucun texte, et c'est Louna (E2 de G4)…
E2 de G4	Ce que pour l'instant, on a fait, c'est les spectres, la spectroscopie…
P	Ouais.
E2 de G4	Donc voilà… Donc je ne vois pas le rapport en fait avec les étoiles. [00 :21 :05] la composition du soleil, voilà…
P	Et tu ne vois pas le rapport avec les étoiles ?
E2 de G4	En gros, c'est la composition des étoiles.
P	Par rapport aux étoiles ?
E2 de G4	En fait, c'est la composition des étoiles…
P	c'est quoi la compo… Tu parles de quoi là ?
E2 de G4	C'est la lumière, c'est la décomposition, si on prend un spectre, on va voir…
P	On va voir quoi ?
E2 de G4	[00 :21 :38] Plusieurs couleurs
P	Et donc ?
E2 de G4	Donc, je ne sais pas…
E1 de G4	Je pense, je ne suis pas sûre. Ah…
P	Vas-y.
E1 de G4	mais vu que le soleil, c'est une étoile, on reste dans le même spectre, le même truc des raies.
P	C'est quoi ces histoires de raies ?
E2 de G4	C'est ce qu'on a fait…
P	Les raies, c'est ce qu'on a fait, c'est ce qu'on a fait, très bien, mais on a fait quoi pour en retenir quoi ?

E1 de G4	C'est ça.
P	C'est quoi ça ?
E1 de G4	Les raies…
E2 de G4	Non, c'est… Bah, c'est les raies, ça, c'est la composition de la lumière blanche.
P	Bon, qu'est-ce qu'il a fait Newton ? Qu'est-ce qu'il a inventé ?
E2 de G4	Il s'est mis dans un spectre.
P	Il a trouvé un fantôme ?
E2 de G4	Non, il a inventé un spectre. Il s'est mis dans une chambre dans le noir, il a laissé la lumière passer, et en fait, il a décomposé, en fait, il avait analysé la lumière, et en fait, il s'étonnait parce que ce n'était pas blanc, et en fait, après, il en a déduit que la lumière, en fait, elle n'est pas blanche, en fait, c'est nous qu'on la voit blanche, mais quand elle arrive ici, nous, on la voit blanche quand elle arrive ici, mais en vrai, quand on la décompose, elle n'est pas blanche.
P	Très bien ! Une bonne chose, donc il a effectivement découvert qu'on pouvait décomposer la lumière, et obtenir son spectre, et il a appelé un spectre. Ensuite, qu'est-ce qu'il s'est passé ?
E2 de G4	J'ai [00 :23 :18]
P	D'accord.
E2 de G4	Et j'ai regardé un peu ça…
E1 de G4	Les raies de Fraunhofer, il était dans une chambre noire lui aussi, et il a vu que le soleil n'avait pas qu'une couleur.
P	Donc la même chose que Newton ?
E2 de G4	Non, mais il a découvert qu'il y avait des trucs clairs… Des…
E1 de G4	Ouais, mais je n'ai pas fini le texte en fait.
E2 de G4	Des raies, c'est ça ? Je ne sais pas, mais en tout cas, j'ai lu qu'il avait vu des raies noires.
P	D'accord, et pourquoi Newton ne les avait pas trouvées ces raies ?
E2 de G4	Je ne sais pas… Parce que…
E1 de G4	Peut-être ce n'est pas la même époque aussi.
P	Et alors, qu'est-ce qu'il s'est passé ? Elles sont apparues entre-temps ?
E2 de G4	Non, c'est juste que lui, je pense, il avait un autre moyen de voir.
P	C'est-à-dire ?
E2 de G4	Parce que l'autre, il avait le spectre, lui, peut-être il avait un prisme.
P	Fraunhofer... Alors, il avait un prisme, donc il avait un prisme, Fraunhofer a trouvé un autre moyen qui était le réseau, mais ce n'était pas, il n'y avait pas que ça, c'est qu'il a… Lui, Newton, il décomposait un rond de lumière, alors que Fraunhofer, lui, il avait eu l'idée en fait de prendre la lumière d'une fonte verticale [00 :24 :30], et de décomposer comme ça. Donc bref, il a amélioré nos moyens techniques, il a inventé le spectroscope. Le truc qu'on utilisait là, ça s'appelle un spectroscope, c'est lui qui a inventé ça, lui, il a juste inventé le prisme qui décompose, qui montre l'arc-en-ciel, mais ce n'est pas précis, on voit mal les choses dedans, c'est une idée importante, et grâce à ça, il a vu quelque chose que Newton n'avait pas vu...
E2 de G4	Qu'il y avait du noir.
P	Qu'il y avait des raies noires à des positions très particulières…
E2 de G4	Il l'avait mesuré, lui, non ?
P	Alors, lui, voilà, il mesurait quoi ?
E2 de G4	Je ne sais pas, la longueur des raies, non ?
P	La longueur des raies ?
E2 de G4	Non, la longueur des couleurs en fait.
P	C'est quoi cette histoire de longueur là ? Tu ne te rappelles pas le cours sur les spectres, la longueur d'onde ?
E2 de G4	Ah ouais.
P	Vous vous rappelez ce que c'est la longueur d'onde ?
E2 de G4	Je sais, mais en fait, je ne sais pas !
P	Bon, c'est un truc qu'on a vu en cours…
E2 de G4	C'est flou.
P	Alors, c'est flou, on va le garder flou, ce n'est pas grave, de toute façon, même à l'époque, eux, ils ne savaient pas ce que c'est, ils mettaient donc des ronds, mais ça ne correspondait à rien de spécial, ils ne connaissaient pas la notion de longueur d'onde.

	Bref, donc Newton découvre la décomposition de la lumière, Fraunhofer invente le spectroscope et trouve des raies noires dans le soleil, qu'est-ce qu'ils se sont posés alors comme question à ce moment-là à votre avis ?
E1 de G4	Est-ce qu'il y a [00 :25 :49], pas que dans le soleil ?
P	Ouais.
E2 de G4	Dans les étoiles.
P	Est-ce que c'est pareil pour les étoiles.
E2 de G4	Dans le ciel.
P	Dans le ciel, les étoiles, et puis aussi ils se sont demandés c'est quoi ça ? C'est quoi ces raies-là ?
E2 de G4	Parce que la lumière, nous, on le voit pas, mais…
P	D'accord, mais on a compris que la lumière, elle se décompose, qu'il y a des couleurs dedans, mais pourquoi il y avait ces raies à des positions très particulières ? Ils n'ont pas eu la réponse.
E2 de G4	Et on ne la sait pas ?
P	Nous, depuis, si, c'est eux qui vont expliquer la réponse. Vous, ce que je vous demande, c'est d'arriver à expliquer ça. Alors, est-ce qu'on a avancé pour mieux connaître les étoiles ? Est-ce que vous connaissez plus de choses sur les étoiles ?
E1 de G4	Disons, on savait que la lumière…il y a plus de raies [00 :26 :44]
P	Il y avait un spectre avec des raies, donc pour eux, l'origine de ce truc-là, ça restait une énigme. D'accord, ils n'avaient fait qu'un tout petit pas. Vous essayez de vous remettre ces idées en tête, et de noter un peu tout ce que vous allez raconter là-dessus. Ce n'est pas très difficile, par contre, il faut que tout ça, vous arriviez à bien le présenter aux autres.
E2 de G4	Que ce soit clair quoi.
P	OK, allez.
	De 00 :27 :10 à 00 :34 :12
P	*(l'enseignant se dirige vers le groupe 1 de 4 élèves garçons)* Alors, à vous. Avec tout le temps que vous avez eu, ça va aller vite, vous allez me résumer tout ça.
E3 de G1	Donc, je n'ai aucune feuille, mais ça a déjà été fait.
P	Ça a déjà été fait, alors quelles sont les grandes idées que vous avez trouvées ?
E2 de G1	Beth Hans, c'est celui qui a réussi à théoriser les cycles carbone – azote.
P	C'est quoi ça le cycle carbone – azote ?
E2 de G1	Ce qui permet aux étoiles justement en fait d'avoir de l'énergie…
P	*(le professeur demande à une élève de groupe 2 de silence)* Chut ! Moins fort, là, je t'entends plus fort qu'Aymane qui est à côté de moi, alors Aymane ne parle pas fort, je sais, mais quand même ! Allez, on reprend.
E2 de G1	C'est ce qui permet en fait aux étoiles de projeter de l'énergie, c'est celui justement qui a théorisé ça. Il a reçu le prix Nobel en 1967 par la compréhension de la nucléosynthèse stellaire.
P	Ça veut dire quoi nucléosynthèse stellaire ?
E2 de G1	C'est justement en fait ce qui permet à… En fait, le soleil, c'est comme une sorte de gros réacteur nucléaire quoi, c'est pour ça qu'il produit de l'énergie, et qui permet de vivre aussi longtemps en fait [00 :28 :17].
P	*(le professeur demande à un élève de G1 si c'est clair)* Thomas (E4 de G1) C'est clair tout ce qu'Aymane vient de raconter ?
E4 de G1	Oui.
P	En une phrase, comment tu le résumes ?
E4 de G1	Je ne sais pas trop.
P	Alors, c'est bien d'être concentré sur votre texte, d'accord, sauf que vous avez eu 1 h 30 hier pour le faire, plus encore du temps après, là, maintenant, le travail que vous avez à faire maintenant, c'est de croiser ce que vous avez trouvé, d'essayer de le résumer pour en tirer les idées essentielles. Là, il ne faut plus rester bloqué chacun dans les détails de votre texte. Alors, qu'est-ce qu'on garde de l'idée d'Aymane ? Qu'est-ce qui nous semble utile ?
E1 de G1	C'est quoi que tu disais ?
E2 de G1	C'est celui-là qui a théorisé le cycle carbone – azote.
E3 de G1	Voilà.
P	Et c'est quoi le cycle carbone – azote ?

E3 de G1	Justement, il l'explique, et il développe sur ça, et il se concentre sur le plus important.
P	Alors si vous dites aux autres : Hans Bethe, il a découvert le cycle carbone – azote, ils vont regarder…
E3 de G1	Ah non, mais il va expliquer ce que c'est !
P	Non, mais là, il faut que vous, vous soyez capables de me dire c'est quoi en une phrase… Et en quoi ça nous intéresse par rapport à notre question, en quoi ça fait avancer le …?
E2 de G1	En fait, il a su de quoi était composé le soleil.
P	Il a su de quoi était composé le soleil ?
E2 de G1	Il a réussi à théoriser des grandes questions sur la longévité du soleil.
P	Vas-y, précise, la longévité du soleil, vous voyez… ?
E3 de G1	Non.
E2 de G1	Comme quoi, malgré toutes les années, il est toujours là.
E1 de G1	Ouais, la durée.
P	Et c'est quoi qui pose le problème dans la durée de vie ? Les autres, peut-être que vous pouvez… Pourquoi c'était un mystère la durée de vie du soleil ?
E4 de G1	Parce qu'il est trop chaud !
P	il devrait fondre ?
E1 de G1	Non, ils ne savaient pas…
E2 de G1	Ils ne savaient pas de quoi il était constitué. On ne savait pas exactement pourquoi, qu'est-ce qu'il se passe, enfin… [00 :30 :26] Pourquoi… La spectroscopie…
P	La spectroscopie, ils savaient déjà, donc là, vous êtes au début du siècle, en 1900 et quelques, c'est ça.
E2 de G1	En 1933.
P	En 1933, au début du XXe siècle, la spectroscopie, on va voir si les autres groupes, ils vont en parler, c'est XIXème siècle, ils avaient compris comment ça marchait, est-ce que ça nous a suffi à comprendre comment fonctionnaient les étoiles ?
E3 de G1	Juste la spectroscopie ?
P	Ouais. Alors que la spectroscopie, ça nous a permis de connaître la composition du soleil, de savoir quels étaient les atomes qu'il y avait dedans…
E2 de G1	On peut savoir de quoi est constitué un téléphone, mais ne pas savoir comment il marche.
P	Bon, alors qu'est-ce qu'il manquait ? Quelle était la question que se posaient les physiciens au début du XXe siècle à laquelle ils n'avaient pas de réponse ?
E2 de G1	Comment ça marche ?
P	Essayons d'être plus précis : la longévité, la température, c'est quoi le lien entre toutes ces petites idées-là que vous avez ? Vous avez des bouts de puzzle, mais vous n'arrivez pas à les mettre ensemble.
E2 de G1	C'est quoi le soleil ?
P	Grosse boule de gaz très chaude ! Ça, on en était à peu près certains. Quel rapport il y a avec la longévité ?
E2 de G1	Depuis quand il est là ?
P	Non, vous ne l'avez pas perçu, ça ?
E	Non.
P	Je vais essayer de vous retrouver la phrase dans laquelle c'est, c'est sur ton texte… Alors… Ces modèles ne pouvaient guère rentrer plus dans les détails car il manquait à l'époque une information essentielle : la source d'énergie des étoiles.
E1 de G1	[00 :32 :02] constituées les étoiles.
P	On ne savait pas d'où ils tiraient leur énergie et leur chaleur. En effet, pour ne pas s'effondrer sur leur propre poids, et continuer à briller, les étoiles avaient besoin d'une grande quantité d'énergie. Mais d'où venait-elle ? La première hypothèse fut d'origine chimique, ils brûlaient comme un tas de bois, mais ces calculs montrèrent que c'était impossible, même en prenant d'excellents combustibles, le soleil ne brûlait pas plus de quelques dizaines de milliers d'années. Or, manifestement, on savait que la terre avait plusieurs milliards d'années déjà, manifestement, le soleil tirait sa source d'énergie d'autre chose, mais on ne savait pas de quoi. Voilà, alors comment est-ce qu'ils ont trouvé ça ? Quelle est la réponse, d'où tire le soleil son énergie ? Et comment ils l'ont su ?
E4 de G1	C'est des réactions nucléaires qui se produisent dans le soleil, et après, ce n'est pas

	écrit comment ils ont fait.
P	D'accord. Alors, dans la vie des autres *(le professeur indique aux autres savants)*, tous ces gens-là, ils ont compris qu'il y avait des réactions nucléaires dans le soleil, et qu'est-ce qu'ils ont inventé d'autres sur terre pour lesquels ils sont plus ou moins célèbres ?
E2 de G1	La bombe nucléaire.
P	La bombe nucléaire, d'accord. Tous ces gens-là, ils ont, d'une manière ou d'une autre, contribué à ça, surtout lui. Donc sur terre, dans des laboratoires, ils ont découvert la réaction nucléaire, ils ont découvert qu'on pouvait casser les atomes et produire énormément d'énergie avec, et ils ont compris du même coup que c'est ce qui se passait dans les étoiles. Alors, est-ce que ces idées-là, vous pouvez me les résumer, et puis essayer d'étoffer un petit peu avec toutes les autres petites informations que vous avez ? Est-ce que vous, enfin, vous comprenez mieux la logique, l'enjeu ? Allez, il vous reste un quart d'heure pour essayer de vous résumer tout ça, et vous préparer à le faire comprendre aux autres. C'est-à-dire vous clarifiez les choses, mais surtout que les autres, ils comprennent ce que vous voulez expliquer.
E	OK.
	(P distribue à chaque groupe une grande feuille pour écrire en gros : une date, un an, et une phrase ensuite il donne des stylos).
	De 00 :36 :48 à 00 :42 :29
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 2)* Alors, l'effet doppler en quelques mots, qu'est-ce qui… Vous avez eu le temps de lire un peu les feuilles ?
E1 de G2	[00 :37 :14] parce qu'en fait, là ils montrant que là, elles sont étalées, et là elles sont tassées, et ça veut dire que deux personnes qui ne sont pas au même endroit, elles n'entendent pas le son, elles entendent le son différemment selon que…
P	Hmm, c'est assez pertinent, vous pouvez juste préciser, deux personnes qui ne sont pas au même endroit par rapport à quoi ? C'est quoi ça ?
E1 de G2	[00 :37 :56 la source de lumière]
P	ça, c'est la source des ondes qui se déplace. Alors, soit c'est une onde sonore, soit c'est une onde lumineuse, ça marche pour les deux, ça marche pour toutes les ondes. Et eux, du coup, qu'est-ce qu'ils vont voir comme différence du fait que les ondes, elles soient tassées ici, et étalées ici ?
E3 de G2	Des ondes
E1 de G2	Ça ne sera pas le même son…
P	Voilà, soit ça ne sera pas le même son si c'est des ondes sonores, mais si c'est de la lumière ? Si c'est de la lumière, si c'est des ondes lumineuses, qu'est-ce qui va changer ? La lumière qu'ils vont voir, elle va changer comment ? Quelle différence ?
E1 de G2	Plus claire, non ? Plus claire ou plus foncée ?
P	Plus claire ou plus foncée ? Le fait que les ondes, elles soient tassées ou pas pour la lumière, c'est quoi qui change ?
E1 de G2	C'est la couleur.
P	C'est la couleur. On reprend. Allez, vous me réexpliquez ce qu'on vient de dire là.
E1 de G2	Ben, la même chose, voilà des personnes qui ne sont pas au même endroit par rapport… par rapport à la source.
E2 de G2	*(elle indique à la source dessinée dans la ressource)* Par rapport à ça.
P	C'est quoi ça ?
E1 de G2	Par rapport à la source.
E2 de G2	C'est source de la lumière
P	Qu'est-ce qu'elle fait cette source-là ? Pourquoi on a plusieurs points ?
E2 de G2	Parce que la lumière, elle peut aller…
E3 de G2	c'est écrit là.
P	Regardez là, ce qu'on montre avec une voiture ce qui se déplace, c'est si la source de lumière, elle bouge, si elle a une vitesse. Une voiture qui est arrêtée, elle fait toujours le même bruit. Une voiture qui se déplace, quand elle s'approche de vous, elle a un son aigu, quand elle s'éloigne de vous, elle a un son grave. C'est le « vroom » de la voiture. Oui, non ?
E	Hmm.
P	Non, alors dites-moi non franchement, parce que si vous me dites : « hmm », ça veut

	dire : « je ne suis pas sûre », qu'est-ce qui ne va pas dans ce que je viens de raconter ?
E1 de G2	Le bruit de la voiture là.
E2 de G2	Si, si la voiture, elle est près, ça fait un son aigu, et quand elle va arriver loin, on va entendre le son grave.
P	Tu es d'accord *(le professeur demande à E3)*.
E	Non, ça ne peut pas, enfin, je ne sais pas.
E2 de G2	Ben si, quand la voiture, elle va là-bas, on entend…
E	[00 :40 :37]
P	Quand moi, je suis loin, et que je parle, je fais un son grave, et quand je suis près de toi, je fais un son aigu.
E1 de G2	Oui, mais on l'entend moins.
P	Là, tu confonds fort et faible.
E2 de G2	Non, mais la voix elle est… [00'40'48]
P	Si. Bon, c'est plus compliqué qu'on ne l'imaginait l'effet doppler. C'est quand elle s'approche ou quand elle s'éloigne, vous voyez la différence, du fait qu'elle aille vite, en venant vers vous, ou en s'éloignant de vous. Là *(le professeur indique au point de source dans la pochette de l'effet Doppler)*, le point là, ça montre que la source, elle se déplace, si elle était tout le temps au même endroit, les ondes ne seraient pas tassées d'un côté, et tirées de l'autre. C'est parce qu'elle se déplace que ça tasse les ondes vers la personne dans le sens du déplacement, et ça les étire dans l'autre sens, du coup, les deux personnes-là, elles ne vont pas voir des ondes… C'est pareil, pour le son, ça fait du grave, pour la lumière, ça change quoi ?
E	La couleur.
P	Très bien. Alors ça, il va falloir que quelqu'un l'explique, c'est difficile, je sais, mais il faut arriver à expliquer ça, je vais vous faire un transparent avec ce schéma-là pour être capable de le commenter. Qui est-ce qui se sent de le faire ? Vous allez décider qui le fait. Ensuite, il y a une deuxième chose à expliquer, c'est quel rapport avec les étoiles sur ce schéma-là ? En quoi ça nous aide à avoir des informations sur les étoiles, quel type d'informations précises ? Il ne s'agit pas de nous faire un mot comme ça. Vous essayez de trouver vite l'idée. Allez, courage !
	(le professeur a fini le premier tour d'interactions avec les élèves qui a concerné la précision d'une idée et il demande aux élèves de présenter cela sur une feuille. Maintenant il fait le deuxième tour de discussions)
	De 00 :42 :30 à 00 :43 :45
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 3)* Alors, faites voir. Vous mettez en gros la date de ce truc-là.
E	C'est quand la date ?
P	Je vais vous faire un transparent avec ce schéma-là, vous l'utiliserez pour me l'expliquer. Qui est-ce qui est capable d'expliquer ça ? Mila (E1 de G3) ? Les autres, vous parlez de quoi ?
E 2 de G3	On lira ça.
P	Vous lirez ça ? Alors, je vous demande…
E2 de G3	Enfin, on se servira de ça.
P	Alors, pas le lire parce qu'une présentation, quand vous lisez quelque chose, ce n'est pas très intéressant, il faut au contraire essayer d'expliquer avec vos propres mots. Donc ce qui serait bien, c'est que là, vous vous entraîniez un tout petit peu pour le faire. D'accord ? Chacun voit de quoi il parle, et après, vous essayez de vous entraîner vite fait à la présentation. Donc je vous rappelle, pour que votre truc, il soit intéressant, vous essayez de bien insister sur qu'est-ce qu'on savait avant, quelles questions on se posait ? Qu'est-ce qu'on ne savait pas ? Qu'est-ce qu'ils ont découvert, et qu'est-ce que ça a permis ?
	De 00 :43 :52 à 00 :45 :46
P	C'est tout ?
E1 de G4	Vous avez dit que dans la feuille, on met…
P	D'accord, et après leur découverte, c'est bon, on avait réglé tous les problèmes après ce qui restait comme idées ?
E1 de G4	Ouais. Ben, c'est quoi ? Oui, c'est raies…Oui c'est vrai
E2 de G4	Mais Monsieur, c'est Fraunhofer [00'44'11]
E1 de G4	C'est William Hyde Wollaston

E2 de G4	lui, il a juste réétudié le truc…
E1 de G4	Et il avait fait une étude sur un [00 :44 :20]
P	Bon, ça va, vous rentrez dans les détails, c'est intéressant.
E2 de G4	On le dit ça ?
P	Alors, peut-être que vous pouvez préciser, vous n'aurez pas longtemps pour la présentation, d'accord, donc il faut arriver à faire le tri entre les choses…
E2 de G4	De toute façon, on a marqué : « redécouvre les raies », donc en gros, on va dire…
P	Donc quelqu'un les a découverts avant lui, mais lui, il a fait quoi de plus ?
E2 de G4	Il a mis les longueurs, non ?
P	Oui, essayez de les regarder, mais toutes, les retraiter le plus possible…
E1 de G4	On va essayer de préciser.
P	En gros, avant, il y en a un *(Newton)*, il les avait découverts, mais il n'en avait vu que sept, les plus grosses, les plus lisibles. Lui *(Fraunhofer)*, il a amélioré l'appareil, il a fait un vrai spectroscope, et il en a trouvé plus de 300, et il a pu les positionner très précisément avec des graduations.
E2 de G4	Bah, ça, on le dit, on dit qu'il a, il a découvert des…couleurs ?
P	Il a découvert ?
E1 de G4	Des nouvelles couleurs ?
E2 de G4	Des raies
P	Des nouvelles raies sombres. Bon, je vais vous faire un transparent avec ça, d'accord, pour pouvoir appuyer votre présentation. OK.
E2 de G4	Et on dit pas ça dans la fiche ?
P	Mettre peut-être la question qu'ils se posaient à la fin, insister sur le fait d'aucune idée d'où ça pouvait venir.
E2 de G4	En gros, il se demande [00 :45 :43]
P	Vous dites ça, ouais.
	De 00 :45 :49 à 00 :46 :42
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 1)* Alors, on est d'accord que vous ne faites pas une présentation où vous lisez un texte ?
E3 de G1	Non, mais on va y revenir, il faut, ouais…
P	Vous croyez que c'est comme ça qu'on, c'est la bonne méthode pour se préparer à faire une présentation orale ?
E3 de G1	[00 :46 :04]
E1 de G1	On ne va dire du mot à mot comme ça, mais…
P	D'accord, on va voir si vous arrivez. Entendu. Vous allez vraiment vous entraîner à le faire avant parce que des fois, on… Vous avez déjà fait des exposés quand même ?
E1 de G1	Oui.
P	Bon. Vous essayez de me mettre quelque chose de visuel en même temps.
E	Oui, mais quoi ?
P	Je ne sais pas, quelque chose où on aura une date, un nom, une idée.
E1 de G1	Et on met la question ou pas ?
P	Bah oui, c'est important.
E	D'accord.
	De 00 :46 :47 à 00 :47 :42
E2 de G1	*(le professeur se dirige vers le groupe 4)* Des nouvelles raies sombres ou…
P	Bah, pour l'instant, on ne parle que de raies sombres non ?
E2 de G1	Bah non. Bah ouais, mais il a découvert de nouvelles raies…
P	Ah de couleurs ?
E2 de G1	Bah oui.
P	Bah, toutes les couleurs du spectre, on les connaissait.
E2 de G1	Oui, mais je voulais dire [00 :47 :06] approximatifs. Par exemple, il y avait du rose, du noir, du violet, peut-être il y avait du… entre le rouge et le…
P	Ah, oui, après il y a plein de nuances de couleurs, alors avant on disait : il y a une raie dans le rouge etc., mais c'est surtout le fait de mettre des graduations, ça permet de préciser plus exactement à quel endroit, dans quelle couleur on était, mais je ne suis pas sûr que ce soit ça. Bon, je pense que vous avez l'essentiel, et c'est pas mal. Entraînez-vous, répartissez-vous la parole pour savoir qui dit quoi.
	De 00 :47 :49 à 00 :48 :50

P	*(le professeur se dirige vers le groupe 2)* Juste, je vous dis, vous avez eu le sujet le plus difficile, d'accord, donc c'est normal que vous rencontriez des difficultés, donc ne soyez pas découragés. Ce qu'on va faire, c'est que vous allez essayer de présenter de votre mieux, et puis après, on vous posera des questions pour essayer de mieux comprendre, d'accord ?
E1 de G2	Déjà que nous, on n'a pas compris alors si vous nous posez des questions…
P	Vous pouvez dire un peu ce qui vous pose problème, on peut réfléchir ensemble. Nous, on a compris ça, mais là, il y a un truc qu'on n'a pas bien compris.
E2 de G2	Les ondes de la personne A sont tassées, la source de lumière se déplace.
P	Alors, attends, Célia (E2 de G2), je t'arrête là, le problème, c'est que si tu commences à rédiger tes explications sur la fiche, je vais te donner quatre feuilles, et tu vas rédiger quatre feuilles. Donc il ne faut mettre que les idées clefs, c'est quoi les idées clefs.
E2 de G2	C'est vous qui m'avez dit de faire des phrases.
P	Non, non.
E2 de G2	Juste les idées.
P	Voilà.
	(Le professeur laisse les élèves travaillent jusqu'à 51 minutes. Puis, ils prennent une pose de 10 minutes et reviennent à la classe pour la présentation).

Deuxième partie de la séance 4

Locuteurs	**Productions verbales**
	(le professeur se dirige vers le tableau et écrit « Prise de notes pendant le colloque pour rédiger une histoire de l'astrophysique »)
	De 00 :00 :17 à 00 :02 :47
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Donc, nous devons arriver ensemble à comprendre au mieux ce que j'appelle l'histoire de l'astrophysique, c'est-à-dire qu'est-ce qu'il s'est passé entre le moment où on pensait qu'on ne saurait jamais rien sur les étoiles sinon leur position, et le moment où on a été capable de dire : voilà une étoile de quoi c'est composé, comment ça fonctionne comme si on y était. Donc chaque groupe va apporter une pièce du puzzle, et ce qu'il est important, c'est qu'on arrive tous ensemble à reconstituer cette histoire de manière à ce qu'elle soit assez intéressante, suffisamment claire, pour que chacun se l'approprie. Pendant que chaque groupe présente, vous avez votre cahier, un crayon, et vous essayez de noter ce qui vous semble utile, important, de manière à ce qu'ensuite, vous soyez capable de rédiger cette histoire. Alors, ce que vous avez à présenter dans les différents groupes, c'est inégalement facile, il y a des groupes qui ont des choses un peu subtiles à présenter, il y en a d'autres qui ont des choses beaucoup plus simples. Ce qu'il faut, c'est que vous écoutiez avec bienveillance ce que les autres proposent, et qu'éventuellement, après, vous les aidiez à préciser les choses en leur posant des questions, en essayant éventuellement de, en intervenant, en corrigeant des choses s'il y a des choses qui vous semblent pas claires etc. OK ? Donc on n'est pas juste là pour s'écouter passivement, on est là pour réfléchir ensemble. Donc on va commencer par le premier groupe (G4)… J'ai les transparent ici que vous allez utiliser pour ah si vous souhaitez appuyer votre présentation *(il distribue un transparent pour chaque groupe G2, G3, G4 sauf G1)*…Allez il nous reste une petite demi-heure après.
	(les deux filles de G4 se dirige vers le tableau, E1 met le transparent sur l'instrument, E2 met l'affiche sur le tableau, le professeur se place au fond de la classe et demande aux élèves de la classe s'ils sont prêts) ;
	De 00 :03:52 à 00 :06 :37 Présentation de G4 (Newton et Fraunhofer)
P	*(le professeur parle à G4 et pose deux questions)* Allez c'est parti. ça commencer quand votre histoire ? de quoi il s'agit ?
E2 de G4	C'est la découverte de la décomposition de la lumière, c'est Isaac Newton en 1660, dans une chambre [00 :04 :07] et il a décomposé la lumière chez lui, enfin en fermant les volets, il y a une raie qui est passée, et il a analysé la décomposition de la lumière. Donc voilà, et donc c'est la lumière du soleil.
E1 de G4	Fraunhofer, lui, a redécouvert les raies 1900 [00 :04 :29] dans la spectroscopie et il a

	étudié en fait la longueur des ondes, et c'est la naissance de la spectroscopie. Il a amélioré l'appareil, il a redécouvert des nouvelles raies, et maintenant, il se pose une question, c'est quelle est la provenance des raies.
P	C'est quoi que vous nous montrez dans le… ?
E1 de G4	C'est les raies.
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Vous avez des questions, des réactions, des remarques ? Est-ce que l'enjeu de ce qu'elles vous ont raconté vous semble clair ?
E	Oui.
E3 de G1	[00 :05 :10] Je veux ce qu'il a fait Fraunhofer
E2 de G4	En fait, il a redécouvert que la, enfin le spectroscope, et en fait, il a découvert qu'il y avait des raies absorbés avant c'est des…dans [00 :05 :22], et lui, il en a découvert plein, plein de sombres.
P	Et c'est des raies où en fait ? Est-ce que tout le monde a bien compris dans quoi ? Dans n'importe quel spectre, il y a des raies comme ça ?
E2 de G4	[00 :05 :37] dans le spectre du soleil.
P	D'accord. Est-ce que tout le monde voit ce qu'il note dans son cahier par rapport à ça ? Redites à tout le monde parce qu'ils ne s'étaient pas préparés à prendre des notes, quelles sont les idées qu'à votre avis, il faut noter vite ?
E2 de G4	Qu'en 1760, Isaac Newton découvre la décomposition… de la lumière du soleil, et en 1814, Fraunhofer a redécouvert la spectroscopie, et il décompose le spectre du soleil, et découvre des raies nouvelles.
E de classe	Et c'est quoi la question ?
E2 de G4	Quelle est la provenance de ces raies ?
P	Merci, vous laissez votre affiche.
	De 00 :06 :37 à 00 :13 :22 G3 (Kirchhoff et Bunsen)
P	*(le professeur se dirige vers le tableau et enlève le transparent de G4)* Alors, ensuite. Qu'est-ce que c'est que ces raies noires ? Vous pouvez nous expliquer *(le prof parle à groupe 3) ?*
	(les élèves de G3 se dirigent vers le tableau : elles mettent l'affiche sur le tableau et le transparent dans l'instrument) (le professeur est au fond de la classe)
P	Tenez, vous avez de quoi mettre votre affiche... Alors… Allez.
E1de G3	Donc, il y a [Fraunhofer 00 :07 :36] il observait le spectre du soleil, et en 1914, en observant, il a vu qu'il y avait des raies sur le spectre, et donc il se posait la question pourquoi il y avait ces raies ?
E2 de G3	[00 :07 :47] (E2 de G3 dit peut être Kirchhoff) Et il a fait une expérience en fait, il a pris une lumière par…, c'est-à-dire [00 :08 :01], et pour ça justement, il a mis une gaz avec du sodium, et quand il a observé le spectre, il a observé que là *(E2 de G3 utilise le transparent pour montrer qu'il y a des raies dans le spectre du soleil)*, il y avait une raie noire, et il a observé que c'est vraiment des raies dans le spectre du soleil, et quand il a observé le spectre au sol du gaz, il a vu que les raies noires dans le spectre précédent en fait, c'était des rais de lumière, et en fait, le gaz, il absorbait la lumière.
E3 de G3	*(E3 lit ce qui est écrit dans sa feuille)* Donc il a essayé d'expliquer pourquoi il y avait des raies noires dans le spectre du soleil qu'elle (E2 de G3) vient de vous l'expliquer [00 :08 :37], et il découvre que justement [00 :08 :45] *(E3 demande à ses collègues de dire le mot dans la feuille)*
E4 de G3	C'est 30 autres éléments dans le soleil et c'est l'analyse spectrale, et ces analyses, ça lui a permis de savoir la composition de la… [00 :09 :15].
E1 de G1	De quoi ?
P	Alors, on se met d'accord sur un truc, elles ne sont pas en train de vous dicter des choses, d'accord, alors je suis d'accord, donc ce qu'il faut, c'est que vous écoutiez ce qu'elles disent, que vous vous assuriez que vous comprenez l'idée, éventuellement même en leur posant des questions, donc vas-y, Nicolas (E1 de G1) , tu vas leur redire : « attends, excuse-moi, ce n'est pas clair ».
E1 de G1	Qui c'est ?
E4 de G3	Kirchhoff.
P	*(le professeur parle à G3)* Alors, au passage, juste, je ne vous fais pas des critiques, je vous donne des conseils pour essayer d'améliorer. Les affiches que vous avez mises derrière vous, elles servent à quoi à votre avis ? À rien ?

E	[00 :10 :01]
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Pour tout le monde, je pose la question, je la pose à tout le monde. Pourquoi je vous embête pour faire une affiche ? Je prends plaisir à faire une affiche et vous occuper ?
E	Non, c'est un outil.
P	Là, vous donnez des noms qui sont compliqués, des dates, si ces trucs-là, ce n'est pas affiché en clair, on a énormément du mal à les suivre et à les prendre, alors que c'est ça qu'il faut faire ressortir pour aider les autres justement à suivre ce qui est exposé. Donc voilà, c'était pour ça que je vous demandais ça, et c'est vrai que là, de ce point de vue-là, votre papier, il pourrait être amélioré. Alors, les autres, est-ce que vous avez l'impression d'avoir retiré les idées essentielles ou aidez-les à préciser éventuellement si ce n'est pas clair ? C'est clair pour tout le monde ? Rose (E1 de G4), tu peux résumer en une phrase ?
E1 de G4	En fait, il a fait une expérience pour savoir les [00 :11 :08], il a mis un gaz…
E2 de G4	Du sodium. Moi, c'est l'autre, je n'ai pas compris.
P	*(le prof parle à E2 de G4)* Alors, vas-y, demande.
E2 de G4	Bah l'autre homme…
E2 de G3	Kirchhoff ?
E2 de G4	Ouais.
E4 de G3	[00 :11 :28] Kirchhoff découvert des éléments du soleil, et grâce à l'analyse du spectre, il a découvert la composition de la lumière du soleil à des milliers de kilomètres du soleil.
P	Il a découvert comment ces 30 autres éléments du soleil ? Laisse Cloe (E4 de G3) répondre. *(le professeur parle à toute la classe)* Tout le monde, il a découvert 30 autres corps dans le soleil, il les a découverts comment ?
E4 de G3	C'est grâce à ça Monsieur, à l'expérience.
P	*(le professeur demande à E4 de G3)* Quelle expérience ? C'est des choses que tu as plus ou moins dites Cloe (E4 de G3), c'est juste pour te donner l'occasion de le redire autrement, et de te détacher de ce que tu lis.
E4 de G3	[00 :12 :23] c'est justement ça
P	*(le professeur pose la question à E4 de G3)* Et donc, ça consiste en quoi l'analyse spectrale ? *(le professeur demande à E3 de G3)* Rose ?
E3 de G3	[00 :12 :42]
P	C'est-à-dire ?
E3 de G3	[00 :12 :45]
P	Peut-être que si tu peux refaire la même chose, ça veut dire quoi ?
E3 de G3	Ça veut dire qu'il y a d'autres gaz [00 :12 :52]
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Les autres, le temps que j'ai posé des questions, vous avez essayé, vous, de vous faire la réponse à la question ? Enfin bref, Eva, toi, tu lâches l'affaire, tu dis : « c'est trop dur » ! Bon, groupe suivant.
	(le groupe 2 se dirige vers le tableau et y mettent leur affiche ; E met le transparent ; et chacune d'élève présente) ; (comme, l'enseignant a déjà dit que c'est un sujet difficile. Il intervient et présente. Suivez la suite) De 00 :19 :00 à 00 :22 :30 Présentation de G2 (effet Doppler) ; l'e
P	*(le professeur parle à une élève de G3)* Essayez de préciser il y a un lien important à faire
E de G3	C'est comme l'expérience [00 :19 :02].
P	Et qu'est-ce qu'on avait dit là-dessus ?
E de G3	Et Galaxie, il s'éloignait.
P	Et comment on le savait qu'elle s'éloignait de nous ?
E1 de G1	Par les radions….par les ondes.
P	Rentrez dans les détails, regardez, je vous ai mis un petit schéma *(le professeur mentionne le transparent présenté sur le tableau : transparent des spectres et longueurs d'ondes)*, là, essayez de voir le lien…
E de G3	C'est la couleur ça.
P	Plus que la couleur, parce que la couleur, c'est un peu trop vague.
E2 de G1	Quand c'est loin, c'est bleu, quand ça se rapproche, c'est bleu, et quand ça s'éloigne, c'est rouge.

E1 de G1	Oui, leurs raies, elles sont différentes, [00 :19 :34]
P	Alors, là, quand j'entends ce que vous dites, c'est…
E1 de G1	Il y a un trait noir, le noir, en fonction d'où il est placé, c'est là où la galaxie se met, voilà c'est…
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Alors, voyez, on reparle des raies de tout à l'heure, des raies noires, chaque raie, on a dit tout à l'heure qu'elles avaient une position précise qu'elle correspondait à un élément chimique précis, et on s'aperçoit que pour certaines étoiles, ou certaines galaxies, ces raies, enfin l'ensemble des raies est décalé, n'est pas à la position prévue.
E1 de G3	C'est que les ondes sont étalées [00 :20 :12]
E2 de G3	[00 :20 :17] quand c'est compressé, on ne voit pas tout, enfin…
P	*(le professeur explique à toute la classe)* Ouais, alors, c'est presque ça, c'est presque cette idée, c'est un peu plus subtile que ça, quand c'est compressé *(le prof met le transparent qui concerne la place d'une source à la personne)*, pardon… quand c'est compressé, vous voyez la longueur d'onde change.
E1 de G1	Ah ouais.
P	*(le professeur explique à toute la classe)* Quand c'est dilaté, la longueur d'onde augmente. (*le professeur met le transparent de G4 : spectre du soleil avec des raies noires*) Qu'est-ce que Fraunhofer, il avait dit ? Il avait dit : la position de chaque raie correspond à une valeur de longueur d'onde précise.
E	[00 :20 :54]
P	*(le professeur remet le transparent qui concerne la place d'une source à la personne)* Donc si la longueur d'onde change, *(le professeur remet le transparent des spectres et longueurs d'ondes)* ça veut dire que la position de la raie change.
E2 de G1	[00 :21 :08]… Ce n'est pas faussé…de quoi
P	Alors, vas-y Aymane (E2 de G1), attends *(le prof parle à toute la classe)*, ça va cette idée ? Alors Aymane, tu poses une vraie question, vas-y !
E2 de G1	Si la raie se déplace, ça ne va, enfin les résultats ne sont pas faussés parce que si les raies sont déplacées, les éléments sont différents ?
P	Alors, les résultats sur la composition de l'étoile ?
E2 de G1	Ouais.
P	C'est-à-dire quand elle est ici, on dit que c'est du fer, et quand elle est là, on dit que ce n'est pas du fer, on dit que c'est de l'oxygène ? *(le professeur remet le transparent du spectre du soleil)* Alors, ce serait vrai, sauf que si c'était une raie qui donnait un élément, effectivement, ça fausserait, sauf qu'en fait, pour un élément chimique donné, tu as plein de raies différentes, et elles se déplacent toutes en même temps, du coup, on arrive à reconnaître comment. Vous voyez que ça devient vite compliqué quand on prend tout à la fois. Qu'est-ce qu'on retient de ce qu'elles ont raconté ?
E	La découverte des ondes.
P	*(le professeur remet le transparent de spectres et des longueurs d'ondes)* Alors, on savait que les ondes existaient, enfin on a découvert si tu veux, mais le phénomène de l'effet doppler nous renseigne sur quoi pour les étoiles ?
E	Si elles s'avancent vers nous.
P	Voilà, on sait si elles s'avancent vers nous, ou si elles s'éloignent, on peut mesurer à quelle vitesse. C'est bon ? Allez, dernier groupe, on a juste le temps de vous faire passer.
	(le groupe 1 affiche leur feuille sur le tableau (énergie des étoiles) et chaque élève présente et l'enseignant anime la discussion entre G1 et les élèves de classe)

Annexe 7.8. Transcription de l'observation de classe de Jean, séance 5 (deuxième demi groupe)

Locuteurs	Productions verbales
	De 00 :03 :56 à 00 :06 :27
P	*(le professeur parle à toute la classe)* On se donne une quarantaine de minutes, 50 minutes grand maximum pour que vous fassiez un petit peu un résumé de ce que vous avez retiré de votre dossier. Ensuite, chaque groupe passera pour présenter aux autres ce qu'ils ont compris, et pour expliquer en quoi ce que vous avez retiré de votre dossier vous aide à comprendre ce que j'appelle l'histoire de l'astrophysique. Je vous rappelle l'enjeu, à un moment donné, les savants étaient persuadés qu'ils ne connaîtraient jamais les étoiles, ce que c'est, comment ça fonctionne, ce qu'il s'y passe, et aujourd'hui, on connaît les étoiles comme si on y était, qu'est-ce qu'il s'est passé entre-temps ? On va essayer d'assembler un peu les pièces du puzzle que chacun et chacune aura réussi à récupérer à partir de son dossier. *(le professeur donne des consignes dès le début de la séance sur la présentation)* À partir de là, pendant que les autres présentent, je veux que chacun, enfin chacun prendra des notes sur son cahier de manière à être capable de rédiger un court texte qui résume l'histoire de l'astrophysique avec les grandes étapes, d'accord ? Donc on garde bien en tête, vous avez tous une question à résoudre, à votre époque, avec les physiciens pour lesquels vous êtes intéressés, qu'est-ce qu'ils ont découvert, quelle question ils se posaient, en quoi ça nous a fait avancer.
E2 de G1	Juste une question, si à l'époque, ils disaient qu'on ne pourrait pas savoir ce qu'il y a sur les étoiles, et aujourd'hui, il dit qu'on ne pourra jamais dépasser la vitesse de la lumière, c'est pareil ?
P	Tout à fait, on va en reparler après, la science, elle a un état de connaissance à un moment donné, et les choses peuvent évoluer, tout à fait, mais ça ne veut pas dire que tout ce qu'on dit à un moment donné est toujours faux. *(le professeur donne des consignes dès le début de la séance sur la présentation)* Dernière chose, je vais donner à chaque groupe un transparent qui lui permettra de s'appuyer d'illustrer la présentation que vous avez fait. D'accord. Pendant les trois quarts d'heure de travail : je vais passer vous aider. On est d'accord que vous avez… tous les sujets sont des sujets complexes. On a beaucoup d'informations. Donc, je vais passer vous aider à faire le tri à ce qui est important et à ce qui est secondaire. Ça vaut dire que vous ne m'attendez pas pour travailler et quand j'arrive vous avez des questions précises pour qu'on puisse être efficace. D'accord.
	De 00 :14 :40 à 00 :22 :52 Pochette : Wien Température et couleurs
P	*(le professeur se dirige vers groupe 5 de 4 filles : cachées)* Je viens faire le point avec vous vite fait, est-ce que vous pouvez me raconter ce que vous avez compris de tout ça, les grandes idées ?
E1 de G5	Il y a un lien entre la température, plus la température est faible, plus elle aura un rayonnement du rai rouge, et plus elle sera élevée, plus ça va partir vers le bleu, en passant par le orange, le jaune, le vert…
P	D'accord. Ensuite ?
E1 de G5	[00 :15 :06] déterminer la température à distance. Par exemple, le soleil, il nous apparaît jaune, et les jaunes, c'est aux alentours de 6 000°, donc…
E2 de G5	La couleur, [00 :15 :20]
E3 de G5	Oui, il y a une loi qui permet de déterminer la température [00 :15 :28]
P	Alors, donc ce que vous venez de dire là, vous avez dit la partie facile, enfin c'est bien de l'avoir dit, je ne le dis pas pour dénigrer, là, par contre, ce que vous êtes en train d'essayer de dire, c'est les mêmes idées mais en plus précis, et c'est là où ça devient un peu plus subtile, donc c'est là que je voudrais éventuellement vous aider si vous en avez besoin. Alors, Line, vas-y, reprends ce que tu essayais d'expliquer.
E2 de G5	j'ai dit : on a une loi qui [00 :15 :56]
P	Alors, quelle est cette loi ? Qui l'a découverte ? Qu'est-ce qu'elle dit ?
E1 de G5	C'était Stefan qui l'a découverte, et elle a pris le nom de loi de Stephan-Boltzmann.
P	Qu'est-ce qu'elle dit cette loi ?

E1 de G5	Ben que le soleil, il mesure 5400°
P	Non, ça, c'est la loi appliquée au soleil qui permet d'avoir la température.
E1 de G5	[00 :16 :28], c'est ça ?
P	C'est sigma, et éventuellement, ça veut dire quoi ça ? Il n'y avait pas une autre loi ?
E	Si [00 :16 :48]
E2 de G5	La loi du rayonnement de la chaleur [00 :17 :01]
P	OK, c'est qui qui l'a trouvée cette loi ?
E	…[00 :17 :08]
P	Wien, c'est ça. En gros, [00 :17 :14], c'est Vine, ils ont des longs à rallonge, c'est juste la fin qui nous intéresse, donc loi de Wien. Alors, là, ce que vous avez dit, vous avez dit toutes les deux, deux lois différentes, et on va essayer, il va falloir essayer de les comprendre sur ce schéma-là, c'est ça qui ne va pas être facile. Alors, je vous en donne une…
E2 de G5	Moi, j'ai compris Monsieur que plus la température elle est, quand la température est maximale, la longueur d'onde, elle est faible.
P	Alors, la longueur d'onde de quoi ?
E2 de G5	Bah, je ne sais pas.
E4 de G5	De l'énergie.
E	Non, non, du feu.
E	Moi, j'ai noté que l'étoile, elle est chaude, elle émet beaucoup d'énergie, et l'énergie en fait, c'est la surface qu'il y a en dessous de la courbe.
P	Vous voyez ça ? Alors, un spectre, je veux juste vous rappeler les spectres de couleur, vas-y sors-moi ce spectre. Voilà. Tu vois, donc un spectre, en fait, il y a des endroits où il peut être très lumineux, des endroits où il peut être moins lumineux, d'accord, et donc souvent, on trace une courbe, c'est-à-dire qu'on regarde ici, ce qui les distingue, c'est la longueur d'onde, je gradue, je fais une courbe avec en abscisse la longueur d'onde, et ensuite, je regarde est-ce que c'est très lumineux ou peu lumineux, la quantité de lumière qu'il y a, et ça, c'est l'axe d'ordonné. Donc tous ces spectres continus-là, vers le rouge, ils sont plus lumineux au milieu, ils sont moins lumineux sur les côtés, donc là, il n'y a pas beaucoup de lumière, il y a beaucoup de lumière, et pas beaucoup de lumière, on a des espèces de courbe comme ça. Ça, ça veut dire quoi ? Pour cette longueur d'onde, ça, j'ai beaucoup d'énergie, pour cette longueur d'onde, j'ai beaucoup moins d'énergie. Là, je représente avec une courbe un spectre continu. Ça me permet de voir quoi quand je fais une courbe ? ça me permet de voir deux choses, ça me permet de voir pour quelle longueur d'onde, j'ai le maximum, c'est ce que tu disais Anna (E de G5), je crois, c'est ça, que le maximum, il n'est pas à la même position, là, il est ici, là, il est un petit peu à côté, c'est décalé, et ça permet de voir est-ce que c'est une courbe qui est très haute ou pas, c'est-à-dire est-ce que dans ce spectre, j'ai beaucoup d'énergie ou pas. Est-ce que ça, ça va, ou est-ce qu'il faut que je précise ?
E	Non, c'est bon.
P	Non.
E	Si, ça va.
P	Dites-moi franchement, et si vous n'êtes pas convaincus, s'il faut que je réexplique…
E	Non, ça va.
P	Ça va ? Alors, eux, ils ont découvert deux lois qui relient la forme de la courbe à la température, première chose, la position du maximum, si le maximum, il est par là, ou si le maximum, il est par là, et ça, ça joue sur quoi ? Vous me l'avez dit tout à l'heure.
E	Sa température.
P	Quel rapport il y a très concrètement ? Quand le maximum, il est par là pour des courtes longueurs d'onde, donc quand on est vers le bleu ?
E	C'est plus chaud.
P	C'est plus chaud. Quand on est vers le rouge.
E	C'est plus froid.
P	c'est plus froid. Deuxième chose, quand est-ce qu'il y a beaucoup d'énergie, quand est-ce qu'il n'y a pas beaucoup d'énergie ? C'est la loi de Stefan dont tu parlais. La quantité totale d'énergie, ce que tu disais, c'est ce qu'il y a sous la courbe, c'est proportionnel à la température à la puissance 4. Donc en regardant le spectre d'une étoile, ou du soleil, ou d'un objet, n'importe quoi, de métal chauffé, quand je regarde l'allure de cette courbe-là, en regardant où est le maximum et en regardant jusqu'où ça monte, j'ai deux

	façons de voir la température de manière assez précise, et donc ces gens-là, grâce à leurs lois, c'est les premiers qui ont été capables de dire quelle est la température du soleil et des autres étoiles…. Vous allez pouvoir expliquer ça ?
E	On va essayer.
E	Moi, je n'ai pas trop compris.
P	*(le professeur répète)* Alors, il y a deux choses, il y a ce que vous m'avez dit au tout début, c'est la version très simple de tout ça, c'est ce que les autres vont devoir retenir, donc je vous fais confiance, vous allez arriver à bien expliquer en gros, avec le spectre, si c'est rouge, bleu, très lumineux ou pas, on peut avoir la température. J'aimerais que vous essayiez d'expliquer ça avec cette courbe, c'est la partie difficile de ce que je vous demande, vous allez mettre le transparent, et essayer de commenter ce truc-là.
E1 de G5	Et aussi que pour la température, que ce que je vous ai dit ?
P	Ouais, alors tu essayes de nous le montrer avec ça.
E2 de G5	En fait là, c'est ce qui est rouge du spectre, et là, c'est ce qui est bleu ?
P	Quoi ? Regardez les graduations, la longueur d'onde…
E3 de G5	C'est plutôt bleu là, et rouge là.
P	Essayez de retrouver, avec ce que vous avez là, vous devez être capable de répondre à cette question. Allez, je vous laisse y réfléchir un petit peu, c'est le défi que je vous lance. D'accord, vous avez déjà fait l'essentiel du travail, essayez d'aller un petit peu plus loin.
	De 00 :24 :20 à 00 :30 :26 Pochette : Bunsen et Kirchhoff
P	*(le professeur se dirige vers le G3 de 3 élèves garçons)* Alors, comment ça se passe ?
E1 de G3	Ben en fait, on prépare ce qu'on va dire en fait, on sait l'idée principale, déjà on sait que c'est Kirchhoff et Bunsen qui ont découvert comment, en fait, à partir du spectre d'une raie noire que l'atmosphère, elle bloquait, enfin elle empêchait une partie du spectre du soleil en fait, qu'on reçoive le spectre du soleil entièrement. Il y a des composants, enfin on observe des raies sombres, c'est ce qu'il avait observé avant, en fait les raies de Fraunhofer, et en fait, on a découvert que quand ils observaient par exemple le spectre par exemple, comment s'appelle, par exemple l'hélium…
P	Alors, non, le sodium.
E1 de G3	Le sodium, et qu'il reproduisait sur le spectre du soleil, ça complétait en fait son spectre, et ça coïncidait parfaitement avec le spectre du soleil, et avec ça, ils ont pu dire que le soleil était composé de sodium, de cuivre, et de plein de trucs.
P	*(le professeur parle aux autres élèves de G3)* C'est quelque chose que vous avez, vous êtes tous au clair là-dessus ?
E2 de G3	Ouais.
P	Nacer (E3 de G3)?
E3 de G3	Ouais.
P	Vous êtes tous capables de l'expliquer ? Alors, on va… C'est très bien ce que tu m'as raconté, on reprend, Fraunhofer sait qu'il y a des raies sombres dans le soleil, on ne sait pas ce que c'est, qu'est-ce que Kirchhoff découvre ? Nacer (E3 de G3) ?
E3 de G3	Moi, je ne pourrais pas dire.
P	Donc je reprends, Fraunhofer savait qu'il y avait des raies sombres dans le soleil, mais n'avait aucune idée d'où ça pouvait venir, qu'est-ce que Kirchhoff et Bunsen découvrent ? Laisse Nacer (E3 de G3) répondre. Ou Paul (E2 de G3)… François (E1 de G3) ?
E1 de G3	[00 :26 :29]
P	Justement, il faut arriver à… S'il faut développer, il faut développer, mais il faut être capable de dire l'essentiel.
E1 de G3	[00 :26 :39] l'atmosphère bloquait une partie du spectre du soleil, donc quand il prenait par exemple le spectre d'un gaz comme le sodium…
P	Alors, le spectre d'un gaz comme le sodium, il ressemble à quoi ?
E1 de G3	Ben, c'est celui-là.
P	C'est un spectre avec des raies d'émission, vous vous en rappelez de ça, du cours ?
E2 de G3	Oui, vite fait.
P	Vite fait ! Vous avez votre cours, les portes-vues sur la lumière que je vous avais demandé de ranger ? Si je l'avais demandé, c'est parce qu'on en a besoin ! Voilà, ce n'est pas pour rien ! Ah, vous voyez, on n'a pas les outils de travail… *(le professeur se*

	dirige vers le groupe 2 et demande à un élève son porte-vues) Magid, excuse-moi, je peux t'emprunter ça, tu as tes trucs sur la lumière ou pas dedans ?
E1 de G2	Au début-là.
E2 de G2	Monsieur, c'est quoi les lunettes astronomiques ?
P	c'est des télescopes. *(le professeur revient au G2)* Vous vous rappelez de ça ? Vous vous rappelez qu'on avait dit *(le professeur lit de porte-vues)* : si j'ai de la vapeur de sodium, de la vapeur de mercure, de la vapeur d'hélium, on a des spectres de raies, avec des raies brillantes différents à chaque fois ? Ça, les scientifiques le savaient. Par ailleurs, ils ont remarqué que dans le spectre du soleil, il y avait plein de raies noires, et on avait constaté, bizarre, que certaines raies, en position, correspondaient, mais on ne savait pas pourquoi. Alors, qu'est-ce que Bunsen et Kirchhoff, eux, ils ont compris pourquoi, et qu'est-ce qu'ils ont compris, qu'est-ce qu'ils ont fait pour comprendre ?
E1 de G3	Ils ont en fait placé ces raies, on ne va pas dire qu'ils les ont placées parce que… Mais en fait, quand ils ont en fait comparé la position des raies par rapport aux rais sombres du soleil, ils ont vu que ça correspondait.
P	Ils ont vu que ça correspondait, ils se sont dits : « il y a un truc », mais pourquoi ça correspond ?
E1 de G3	Là, par contre, c'est ça que…
P	Alors, je vous l'explique très vite, et vous essayez de le retrouver dans vos textes. Dans votre texte, à un moment donné, ils expliquent qu'ils prennent, ils arrivent à faire une source de lumière blanche avec un objet qui chauffe très chaud dans lequel il y a toutes les couleurs, et il n'y a pas de raie. Ensuite, ils ont pris un gaz, du sodium là qu'ils mettaient dans un bec bunsen, ils vaporisaient, et ils voyaient que le sodium émettait des raies, voilà, c'est ça. Et ensuite, ce qu'il a fait, c'est qu'il a pris la source de lumière blanche, il l'a mis derrière le gaz, et il s'est aperçu qu'en fait quand la lumière traversait le gaz, le gaz en fait absorbait la même lumière qu'il était capable d'émettre quand on le faisait émettre de la lumière. Et il a fait l'expérience dans son laboratoire, d'accord, donc il a montré que je prends du sodium, soit je lui fais émettre une raie, soit je le fais traverser par la lumière blanche, et je montre qu'il absorbe la même raie.
E2 de G3	Compris.
P	En gros, un gaz, soit il émet, soit il absorbe, et du coup, il s'est dit : « voilà, c'est pour ça qu'il y a des raies dans le soleil », parce que la lumière du soleil, elle traverse l'atmosphère du soleil, et l'atmosphère du soleil absorbe une partie de cette lumière, et ça explique les raies qu'on voit. Conclusion : grâce à ces raies, je vais pouvoir savoir c'est quoi les gaz. Vous essayez de vous reprendre ça, vous vous entraînez à l'expliquer, à trouver des phrases simples, que ce soit clair dans votre tête, vous retrouvez dans les textes éventuellement les passages en question pour que ce soit bien clair pour vous.
	De 00 :30 :33 à 00 :35 :33 Pochette : Source d'énergie des étoiles
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 1 de deux garçons et une fille)* Voilà, vous êtes les derniers, excusez-moi.
E3 de G1	On a une feuille là.
P	C'est tout ?
E2 de G1	Pas besoin de faire [00 :30 :42]
P	Alors, vous pouvez peut-être en faire un mieux que le leur parce que, c'est le vôtre ça ? C'est le leur, le problème, c'est, alors, à quoi ça sert de faire une affiche ?
E3 de G1	Pour mieux comprendre.
P	Pour qu'ils la lisent dans le détail, que vous la lisiez, en faire l'exposé ? Vous allez avoir des dates, des noms compliqués et des idées que les autres vont devoir noter très rapidement en vous écoutant, donc il faut avoir les idées principalement très facilement, là, il y a trop de choses.
E2 de G1	Mais Monsieur, la conclusion qui se pose, c'est comment la source d'énergie de l'étoile, elle reste autour de l'étoile, ça part du centre, et …
E3 de G1	Oui, mais non…
E2 de G1	On sait comment elle fonctionne cette énergie.
E3 de G1	*(E3 indique que les élèves de l'autre groupe n'ont pas répondu à la question)* Il faut

	répondre à la question, parce que là, ils n'ont pas répondu.
P	il faut répondre à la question.
E2 de G1	Eux, c'est après qu'ils aient découvert la spectroscopie, donc ça veut dire la question qui se pose, c'est comment l'énergie va se propager après du noyau jusqu'à…
P	Vous pensez que c'est ça ?
E2 de G1	Je ne sais pas, c'est ce que j'ai compris.
P	Amir (E1 de G1) ?
E1 de G1	Je ne sais pas, je ne sais plus où j'ai vu.
P	Alors, moi, c'est là-dedans, regardez, c'est ce document-là *(le prof cherche le texte)*. Alors, ils avaient compris la spectroscopie, donc ils savaient en gros de quoi étaient faites les étoiles, ce qu'il y avait dedans, quelle température c'était, tout ça.
E2 de G1	[00 :32 :03] Oui mais c'est la réaction nucléaire ?
P	Mais ça, on le sait depuis quand ?
E2 de G1	Depuis qu'il y a la spectroscopie.
P	Non.
E2 de G1	Après ?
P	Justement, c'est après, c'est-à-dire qu'ils disent : ces modèles, donc comment est foutue l'étoile, c'est un gaz à telle température, « on ne pouvait guère rentrer plus dans les détails car il manquait une information essentielle, la source d'énergie ».
E2 de G1	Ah ouais.
P	En effet, pour ne pas s'effondrer, l'étoile, et continuer à briller, l'étoile avait besoin d'une grande quantité d'énergie, mais d'où venait-elle ? (le prof lit de texte) « La première hypothèse fut une origine chimique. Peut-être que le soleil brûlait simplement comme un tas de bois », c'était quoi le problème de cette hypothèse ?
E2 de G1	Bah, c'est [00 :32 :42] ça ne se voit pas, et ça ne dégagerait pas de lumière.
P	Il y aurait le problème de la fumée. Alors, peut-être que ce n'est pas du bois, peut-être que c'est du méthane qui brûle.
E2 de G1	le méthane, ce n'est pas…
P	C'est un gaz qu'on brûle dans les becs bunsen, peut-être que le soleil, c'est une grosse boule de méthane et d'oxygène qui brûle.
E2 de G1	Ouais, mais au bout d'un moment, il n'y en aura plus.
P	Et au bout de combien de temps ?
E2 de G1	Au bout de même pas des milliers d'années.
P	Voilà.
E2 de G1	Et en fait [00 :33 :05] après ils se sont posé la question sur le nucléaire.
P	Alors, et comment pourquoi ils ont pensé au nucléaire ? Pourquoi ils ont pensé au nucléaire ?
E2 de G1	Parce que c'est une énergie qui reste [00 :33 :17]
P	Ça a été découvert quand l'énergie nucléaire ?
E2 de G1	A la deuxième guerre mondiale.
P	Ouais, juste avant par ces gens-là *(les savants)*.
E3 de G1	Ça ne fait pas longtemps ?
P	Non.
E3 de G1	Bah, c'est ce que j'ai dit tout à l'heure au départ.
E2 de G1	Ouais, c'est ça, je n'ai pas dit le contraire.
P	Ça date du début du XXe siècle, et c'est quand ils ont découvert dans des laboratoires sur terre des réactions nucléaires qu'ils se sont aperçus que c'était une source d'énergie énorme, ils se sont dits : « tiens ».
E2 de G1	Et c'est comme ça qu'il a découvert…qu'Einstein a modifié la théorie de la Newton, non ? C'est en découvrant l'énergie nucléaire ?
P	Alors, non, c'était même avant.
E2 de G1	C'était avant ?
P	Ouais.
E2 de G1	Avant d'avoir découvert ça ?
P	Ouais. C'est une conséquence de ça de la théorie d'Einstein, ça a aidé à trouver l'énergie nucléaire. En tout cas, ce qui est important, c'est parce qu'il y a eu la théorie de la relativité, parce qu'on a pu construire des expériences un peu sophistiquées qu'on a découvert l'énergie nucléaire, et qu'on s'est dit : « bon sang, mais c'est bien sûr, c'est ça l'énergie du soleil », et avant, on ne le savait pas, donc on ne comprenait pas

	pourquoi.
E2 de G1	Après, ça paraissait logique parce que s'il y en a sur terre, il y en a dans les astres. [00 :34 :29]
P	Et là, on avait ce qui nous manquait pour être capable de comprendre complètement le fonctionnement d'une étoile.
E2 de G1	Ça veut dire qu'en fait, l'énergie que dégage un astre, ça force l'attraction.
P	Non, elle a de la masse, tu sais que les objets qui font des masses s'attirent, donc une boule de gaz comme ça, sous l'effet de son propre poids, il y a tout qui est attiré vers le centre, ça a tendance à s'écraser, et qu'est-ce qui fait qu'une étoile, elle ne se condense pas complètement ? C'est parce qu'en son centre, il y a quelque chose qui dégage beaucoup d'énergie, qui chauffe, et qui fait…
E2 de G1	En gros, c'est ça qui forme l'équilibre.
P	Voilà.
E2 de G1	En fait, [00 :35 :12]
P	Voilà, et on verra, je vous raconterai ça lundi que c'est justement les étoiles en fin de vie, quand les réactions nucléaires ne marchent plus très bien, que l'étoile, elle…
E2 de G1	Ça fait un…
P	Soit un trou noir, mais bon, ça, je vous raconterai ça lundi. Voilà, c'est super, vous avez tout compris, maintenant, il faut vous préparer à bien le raconter pour que les autres le comprennent aussi.
	De 00 :35 :46 à 00 :36 :46
P	*(le professeur parle à toute la classe : il donne des consignes et répète les consignes de présentation)* Bon, dans dix minutes, un quart d'heure grand maximum, il faut qu'on fasse vos présentations. Donc entraînez-vous, réfléchissez bien à ce que vous dites. Excusez-moi, tout le monde, je vous interromps encore 30 secondes, pour vous aider à faire vos présentations, les autres vont devoir prendre des notes, il va y avoir des noms compliqués, des dates, des idées un peu complexes, c'est important qu'ils aient sous les yeux quelque chose qui les aide à noter les choses. *(le prof se dirige vers le tableau et indique les affiches de premier demi-groupe)* Donc regardez, là, vous avez des affiches qui sont peu lisibles, où on ne voit pas les informations essentielles, donc je vous demande à chacun et à chaque groupe de réfléchir à faire une affiche où on voit bien les noms, les dates, les idées clefs.
	De 00 :56 :38 à 01 :02 :52 Newton et Fraunhofer *(Le groupe 2 d'un élève et d'une élève se dirige vers le tableau et y met leur affiche. Le transparent est sur le rétroprojecteur)*
P	*(le professeur est au fond de la classe)* Quand vous voulez.
E1 de G2	*(E1 lit ce qu'il a écrit dans son affiche et son brouillon)* Alors, en fait, en 1960, Newton, il décompose la lumière du soleil en s'enfermant dans une pièce sombre, il laisse une petite lumière du soleil passer par les volets, et avec un prisme, il découvre que la lumière passe, en passant par le prisme, elle se décompose en un arc-en-ciel. Après, après plusieurs jours de recherche, il ne savait pas comment ça se faisait, il ne savait pas comment…
P	interpréter.
E1 de G2	Oui, il ne savait pas comment la lumière elle faisait pour se dégrader en plusieurs couleurs, en gros, en spectre, en le décomposant, et il découvre qu'en fait, nos yeux, ils ne peuvent pas distinguer plusieurs couleurs dans les rayons du soleil arrivés sur terre, ils n'arrivent pas à distinguer en plusieurs couleurs, et c'est pourquoi [00 :58 :07] de la lumière. Vous avez compris ?
E2 de G2	Après, [00 :58 :13] se pose la question de la lumière artificielle, est-ce que ça donne les mêmes résultats que la lumière, donc en 1814, c'est Fraunhofer qui cherchait, c'était un opticien, *(E2 lit de son brouillon)* il cherchait pour ses lentilles une lumière qui donne des raies d'une seule couleur, et il n'en a pas trouvé, il a justement trouvé, il a fait plusieurs expériences pour essayer de trouver ça, et vu qu'il n'a rien trouvé, en cherchant des raies d'une seule couleur, il a trouvé que c'était impossible, et qu'il y avait des, et que c'était décomposé, il a découvert qu'il y avait des spectres comme celui-là *(E2 indique le spectre du soleil sur le tableau : transparent)*. Et en fait, lui, l'expérience qu'il a faite, c'est qu'il s'est mis dans une pièce sombre comme Newton, et il a laissé passer la lumière par une fente, et derrière, il a essayé avec une lampe à

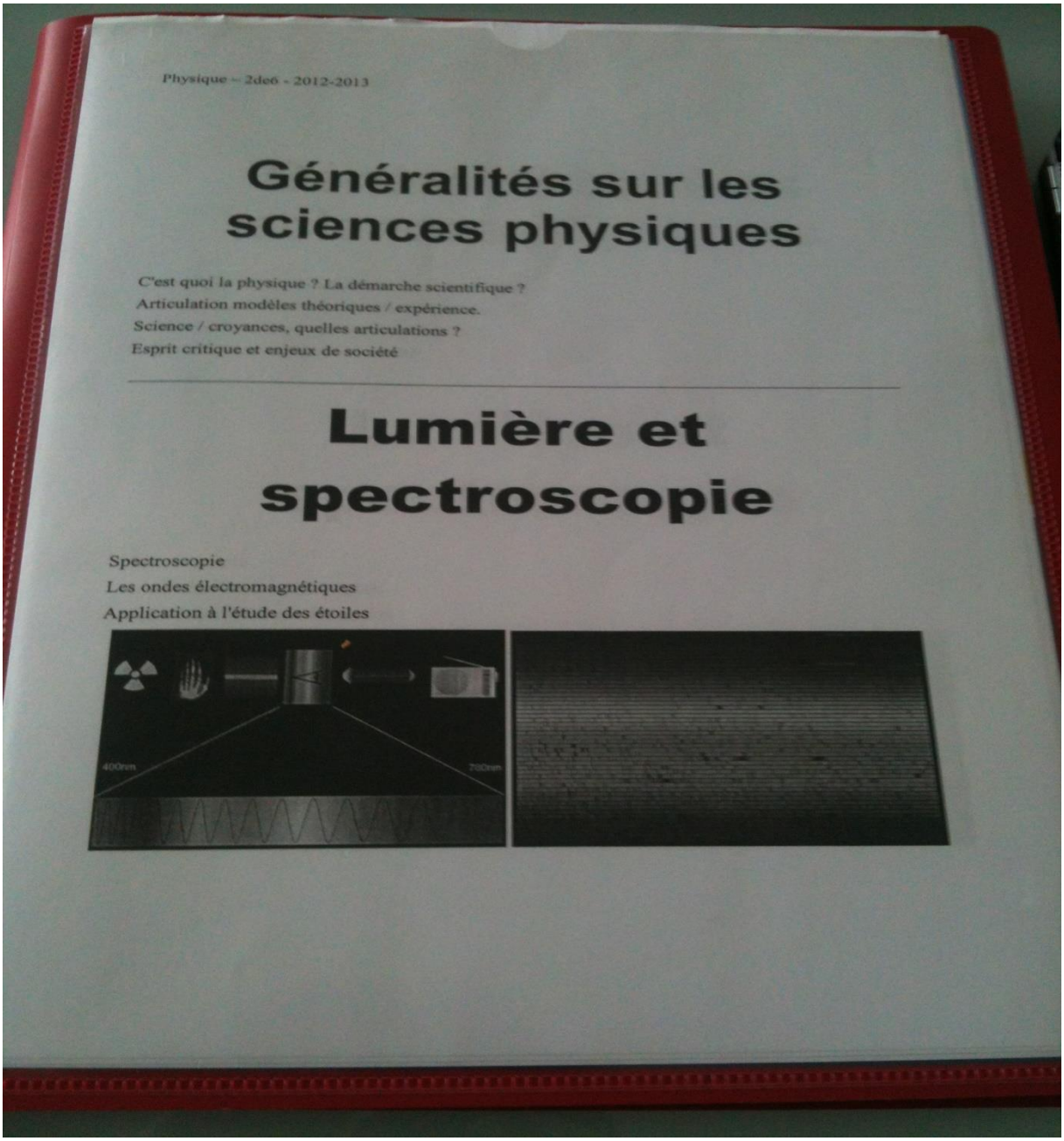
	huile, il a essayé avec des lampes à alcool, et du sodium, et lui, il a découvert qu'il y a deux raies jaunes qui étaient côte à côte et qui se distinguaient mieux que les autres, elles dominaient les autres couleurs. Voilà, et après, il a fait ses spectres, tout ça, et il a essayé aussi avec la lumière du soleil, il a fait la même chose, mais avec le soleil, et il a vu qu'il y avait les deux lumières jaunes, dans le soleil, il a vu que les raies, elles étaient sombres comparées aux lumières artificielles qui étaient hyperclaires, donc deux couleurs côte à côte jaunes super-claires, alors qu'avec la lumière du soleil, c'était plus sombre, et il a découvert que ce qui était sombre dans le soleil, c'était exactement parallèle, c'était exactement parallèle à la lumière aux deux lumières jaunes. Et après, la dernière question qu'on se posait, c'était le rapport entre les lumières jaunes claires de la lumière artificielles et celles qui étaient sombres du soleil.
P	Alors, je vous félicite pour tous les détails que vous avez réussi à nous raconter. Là, le problème, c'est que pour les autres, je pense qu'ils vont avoir du mal à garder l'idée essentielle, donc est-ce que vous pourriez nous aider à voir qu'est-ce qu'on retient de tout ça ?
E2 de G2	Bah, ce qui est écrit !
P	c'est-à-dire ? *(le professeur parle à toute la classe)* Est-ce que quelqu'un peut dire ce qu'il a compris sur l'idée essentielle ? C'est quoi l'idée essentielle de tout ça ?
E2 de G1	[01 :01 :00] Il découvert en gros… C'est par hasard parce qu'il cherchait à la base [ ] et qu'il s'inspirait du projet de Newton pour ses lentilles.
E1 de G2	et que finalement, il a trouvé un spectre qu'il a passé par… *(E1 indique le spectre de soleil sur le tableau grâce au transparent)*
P	Passé…ça c'est le spectre de quoi ?
E	[01 :01 :32]
P	Donc le spectre, c'est le spectre d'une source lumineuse.
E2 de G2	C'est le spectre du soleil, ça.
P	d'accord.
E1 de G2	Le spectre du soleil.
P	Et quel problème il avait et qu'il n'a pas su résoudre ?
E2 de G2	C'est avec la lumière artificielle, il y a des raies…
E2 de G1	Il a comparé avec la lumière artificielle, et il s'est demandé pourquoi ce n'est pas pareil.
E2 de G2	Ce qu'il faut, c'est le rapport.
P	*(le professeur rappel les élèves sur le TP de spectres)* D'accord, tout le monde se rappelle quand on avait regardé les spectres dans le TP là qu'on a des lampes qui ont juste des raies brillantes…
E	Ouais.
P	Oui, oui… Et lui a trouvé des raies sombres dans le spectre du soleil, et ?
E1 de G2	Dans la lumière artificielle, il a trouvé des raies jaunes brillantes.
P	Voilà, mais il ne fait pas le lien entre les deux.
E	Voilà.
P	c'est bon ?
E	Ouais.
E2 de G2	Et il a trouvé que s'il disposait ça [01 :02 :32] et par-dessus, il mettait celui de la lumière artificielle, il trouvait les trucs exactement pareil que l'autre…
P	Dans la même position.
E2 de G2	Voilà, et la question, c'est le rapport.
P	Très bien, vous allez me répondre à cette question. Groupe d'après.
	De 01 :03 :50 à 01 :06 :54 Kirchhoff et Bunsen
	(Le groupe 3 de 3 garçons se dirige vers le tableau et y met leur affiche. Le transparent met sur le rétroprojecteur) ; (le professeur *ne questionne pas les élèves de classe sur cette présentation)*
P	Allez, dépêchez-vous s'il vous plaît, le temps tourne.
E3 de G3	[01 :03 :53] en fait Fraunhofer découvert des raies sombres dans le spectre du soleil *(E3 de G3 regarde son affiche)*, et il ne savait pas c'était quoi, et plus tard, Kirchhoff et Bunsen, ils ont trouvé c'était quoi en inventant le spectroscope, en décomposant… la lumière…

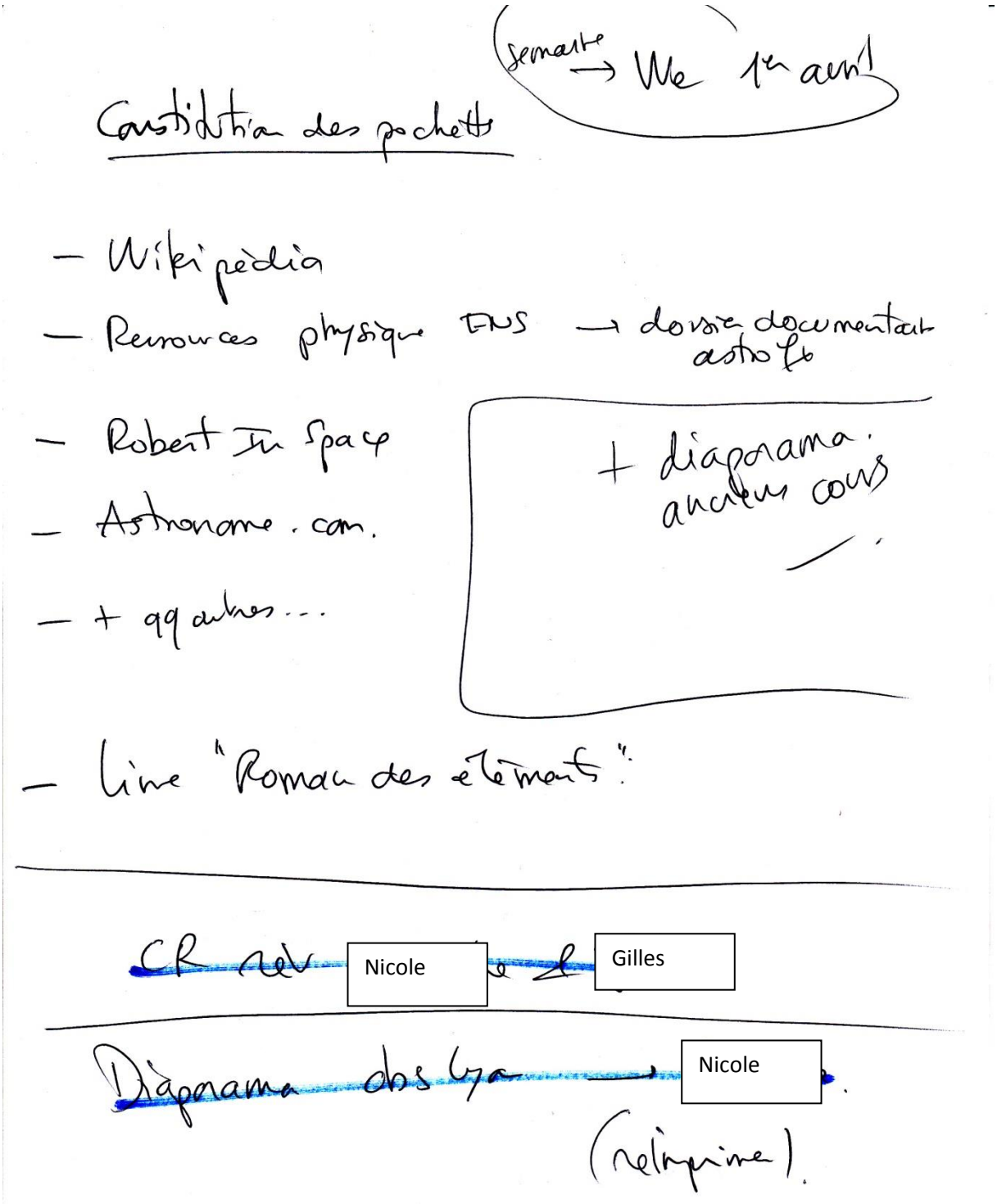
E1 de G3	En fait, Kirchhoff et Bunsen, déjà Kirchhoff et Bunsen c'est des scientifiques [01 :04 :25] *(E1 de G3 regarder son affiche)* ils ont fait, Kirchhoff a fait une expérience, et en fait, il prend un gaz, en fait, il a pris une lumière, il a mis une lumière, et il a regardé son spectre en fait, il a observé son spectre il est continu, et il y avait aucune raie. Ensuite il a chauffé un gaz dans un bec bunsen (E1 indique sur le transparent concerné), et il a vu que ce gaz émettait une lumière et quand il a fait passer la lumière au-dessus du gaz, ce gaz froid, cette lumière elle a absorbé *(E1 indique à la photo au milieu dans le transparent)* en fait le gaz il a absorbé la lumière qui était, une partie de la lumière… Et en fait, il a conclu que quand on regardait le soleil, en fait, cette atmosphère autour du soleil, c'était cette atmosphère qui empêchait que certains rayons du soleil [ ], mais qu'en fait, les raies de Fraunhofer, en fait, c'est tout bêtement les gaz qui empêchent que le spectre du soleil laisse la lumière à cause de ça. Et après, ils ont conclu que grâce à cette expérience, on pouvait par exemple savoir de quoi était constitué le soleil.
P	Dani (E2 de G3) Conclusion ?
E2 de G3	Non.
P	Merci beaucoup, c'est super, groupe suivant, on enchaîne.
	De 01 :11 :10 à 01 :16 :35 Effet Doppler *(le groupe 4 se dirige vers le tableau, y met leur affiche, met le transparent d'effet Doppler sur le rétroprojecteur)*
P	Allez, il nous reste dix minutes, même pas, cinq minutes. Allez, dépêchez-vous ! Allez, vas-y, vas te mettre là-bas, je m'occupe des transparents. Alors, de quoi vous allez nous parler ?
E2 de G4	En fait, l'effet doppler, il a été trouvé par Christian Doppler, en fait, c'est [01 :12 :24]. Il a été créé en 1842, en fait, c'est Christian Doppler, il découvre, en fait, il découvre que lorsqu'un bruit s'approche de nous, un bruit en mouvement s'approche de nous, celui-ci est plus aigu, et lorsqu'il s'éloigne, il est plus grave. *(E2 indique sur le transparent sur la source)* Exemple, là, il y a un bruit, en fait, il y a un rapport avec les ondes, parce qu'en fait, c'est lié aux zones qui se resserrent, plus on est près, plus le bruit, il sera proche de nous, plus il est aigu parce que les ondes, elles se resserrent plus, et plus on est loin de ce bruit, plus il sera grave parce que…
P	Quel phénomène, à quel phénomène de la vie courante, elle fait référence ?
E de classe	Un bus.
E	Une voiture.
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Vous écoutez une sirène, je vais le faire, vous allez rigoler aussi, vous prenez une voiture qui s'approche de vous très vite sur l'autoroute « vroum », quand elle se rapproche : « vroum », aigu en s'approchant, grave en s'éloignant, et ça, en gros, ce schéma, il explique pourquoi. Alors, quel rapport avec la lumière ?
E1 de G4	La lumière aussi [01 :13 :39]
P	Excuse-moi, le fait de lire, ça range les choses difficiles à suivre, donc soit tu arrives à lire d'une manière très claire, soit tu parles.
E1 de G4	Non, mais je n'arrive pas à parler comme ça.
P	Alors, lis.
E2 de G4	En fait, la lumière aussi, c'est une onde, mais sous une autre… on ne peut pas l'interpréter pareil, mais c'est une onde, en fait, il y a un exemple, si vous êtes dans une voiture, et que vous passez super, super vite devant un feu, la lumière rouge, vous pensez qu'elle sera verte parce que c'est dû au spectre aussi, c'est pour ça qu'il y a un rapport avec les étoiles, parce que les étoiles, en fait, elles sont, elles ont un spectre, et il est en décalé, c'est ça qui prouve qu'elles sont en mouvement.
P	Alors, pour tout le monde, aigu, grave sur les sons, comment ça se traduit pour la lumière ?
E2 de G1	Quand c'est clair.
P	Quand c'est clair ?
E2 de G4	Ce que j'ai donné, ce n'est pas le meilleur des exemples, parce qu'en fait, le mieux, ce serait de trouver, même si c'est un bon exemple, franchement, c'est un bon exemple, mais parce qu'en fait, quand vous… vous n'avez pas compris ?
P	Moi, j'ai compris.

E2 de G1	Si on passe vite devant le feu, le rouge, il va se décaler sur le vert.
P	Par rapport à ce que disait Amine (E2 de G1), la question que j'ai posée, on essaie de faire le lien avec les trois trucs, on a dit quand le son, quand on s'approche d'une source de son, ou qu'on s'éloigne, ça devient aigu ou grave, quand on s'approche ou qu'on s'éloigne d'une source de lumière, Amine, il dit : « c'est clair ou foncé »…
E2 de G1	Non, c'est par rapport aux ondes, c'est par rapport… ce n'est pas par rapport à ça.
P	Qu'est-ce qui change quand une source de lumière avance très vite vers moi ?
E2 de G1	En fait, le spectre, il se décale.
P	Et ça en termes de couleur ?
E2 de G1	La lumière, elle change.
P	*(le* professeur *se dirige vers le tableau et il indique sur le transparent de l'effet Doppler)* Une source de lumière, quand elle se rapproche de vous, la lumière sera plus bleue, et quand elle s'éloigne de vous, elle sera plus rouge, sauf que, c'est pour ça qu'il y a l'exemple du feu, Nadine (E de G5) ce qu'elle dit : « ce que tu dis, ce n'est pas vrai », ce serait vrai si on se déplaçait à des vitesses phénoménales, sauf qu'avec les vitesses telles qu'on a, on ne voit pas. Très bien.
E2 de G1	C'est pour ça que j'ai dit ce n'était pas le meilleur des exemples, mais c'est quand même un exemple, et en fait, c'est pour avoir des exemples avec la vitesse de la lumière.
P	OK, et tout ça, pour les étoiles, qu'est-ce que ça nous apporte ? Reprends.
E2 de G1	En fait, les étoiles, elles ont un spectre, et que grâce à ce spectre, on sait qu'elles sont en mouvement. Voilà, parce que le spectre, il change de couleur…
P	C'est à eux qu'il a fallu expliquer.
E2 de G1	Ouais, le spectre, il change de couleur.
E de classe	[01 :16 :26]
E2 de G1	Il n'y aura pas la même couleur.
P	Bon, excusez-moi, deux secondes, ne vous enfuyez pas en courant.

Annexe 8. Ressources relatives au Professeur Jean

Annexe 8.1. Page d'ouverture de dossier du Professeur Jean




semaine → We 1er avril
Constitution des pochettes
- Wikipédia
- Ressources physique ENS → dossier documentaire astro Lb
- Robert In Space
- Astronome.com.
- + qq autres...
+ diaporama anciens cours
- Lire "Roman des éléments"
CR rel
Nicole
Gilles
Diaporama obs Lya
Nicole
(relimprimer)

Lanera → réu

Nicole

Gilles

3bis

1666
Newton – décomposit° lumière

1802
Wollaston – repère raies d'absorpt° dans ~~lumière~~ spectre soleil

1814 Fraunhofer spectroscope.
354 raie dans spectre soleil → repérée ~~parler~~

1820 – 1850 Angström & plein d'autres.
raies brillantes de ≠ sources (métaux en vapeur).
leur longueur d'onde correspondent à celles ~~des raies~~ de raies sombres du soleil.

1859 Bunsen & Kirchhoff.
correspondance raie absorbt / émission.

Pourquoi raies brillantes & raies sombres peuvent coïncider?

1842 Doppler & Fizeau.
décalage des raies en fct de vitesse

Effet Doppler

1868 Janssen & Lockyer
→ 1 nouvel élément inconnu (~~[illegible]~~ Hélium
Hélium.

1867 → 1924
classement spectre de 400.000 étoiles (tableau spectres
{ longueur raie
{ nbre raies.
{ intensité raies.

WE1 Roman

WE2 Chalet

Réu Nicole
Gilles

Annexe 8.4. Les interactions entre le Professeur Jean et le Professeur Gilles par mail

-Mail du Professeur Jean à son collègue le Professeur Gilles de formation plutôt « physique »

====== Lumière ======

===== Découverte des spectres (déjà fait) =====

Séquence de TP-cours pour présenter la spectroscopie et l'observation dans le spectroscope(A ECRIRE - Jean, Gilles)
Newton et son expérience cruciale de décomposition - NON FAIT
Observation et association des spectres avec les différentes sources.
"Chantiers d'exploration" sur différents thèmes et documents. Liste FIXME
La notion d'onde (magistral)
Le spectre électromagnétique (brainstorming sur illustration, magistral)
Les loi de Bunsen kirchoff sur les mécanismes d'émission de la lumière et les spectres.
Texte historique sur la spectroscopie du soleil.
Réalisation par groupe d'un diagramme de synthèse des connaissances.
Evaluation avec exos sur table.

===== Astrophysique (à faire) =====

SEQUENCE A CONSTRUIRE

Principe :
* Recueil conceptions :
  * "Que sait-on sur les étoiles ?"
  * "Comment le sait-on ?"
* Travail documentaire
  * textes divers sur astrophysique
  * synthèse à faire
* Lien avec les connaissances sur les spectres
  * réaliser un diagramme conceptuel pour montrer le lien entre le cours sur la lumière et les connaissances sur les étoiles.
* Synthèse magistrale
* Evaluation : travail d'écriture "ce que j'ai compris"
* Réinvestissement : la spectroscopie et la cosmologie.

-Retour du Professeur Gilles avec des propositions concernant l'enseignement sous la forme d'un colloque d'histoire des sciences

Pour l'approche historico-épistémologique des spectres, tu dois sûrement pouvoir utiliser l'outil que m'a proposé Line pour l'atome :

- avoir 1 ou 2 quelques questions riches (pour moi c'est le paradoxe dureté/vide de la matière + comment on a enfin pu mettre fin à la controverse atome vs antiatome)
- avoir un tableau clair des avancées scientifiques (voir doc joint) : pour chaque période : la question cruciale + les outils + les personnages +... à adapter. Je me suis éclaté à le faire pour l'atome et puis j'ai trouvé quelques pépites sympa pour la suite du cours (voir remarques)
- utiliser le colloque scientifique pour faire remplir ce tableau : chaque groupe a en charge une période avec un dossier (outils + image personnage + texte).
- Déroulé de la séquence :
  - appropriation des docs
  - colloc scientifique à l'estrade : les groupes s'enchaine pendant que le prof fait l'écrivain publique (tableau à compléter en live). Ensuite, tu as une chouette tracé écrite qui permet d'ouvrir sur de nouvelles questions et sur le cours.

Je suis assez impatient pour vendredi...

Annexe 8.5. Compte rendu de la réunion du Professeur Jean avec la Professeure Nicole et le Professeur Gilles

CR réunion avec Nicole et Gilles

J'ai commencé à raconter ce que je voulais faire :

- m'inspirer du colloque de **Gilles sur la partie spectro. J'ai déjà fait les spectres (et je résume** vite) et je veux aborder l'astrophysique.
- Je présente mes pistes pour la constitution des sous groupes du colloque et mes interrogations : découpage historique ou thématique ?

Nicole note les idées pour pouvoir éventuellement s'en inspirer plus tard.

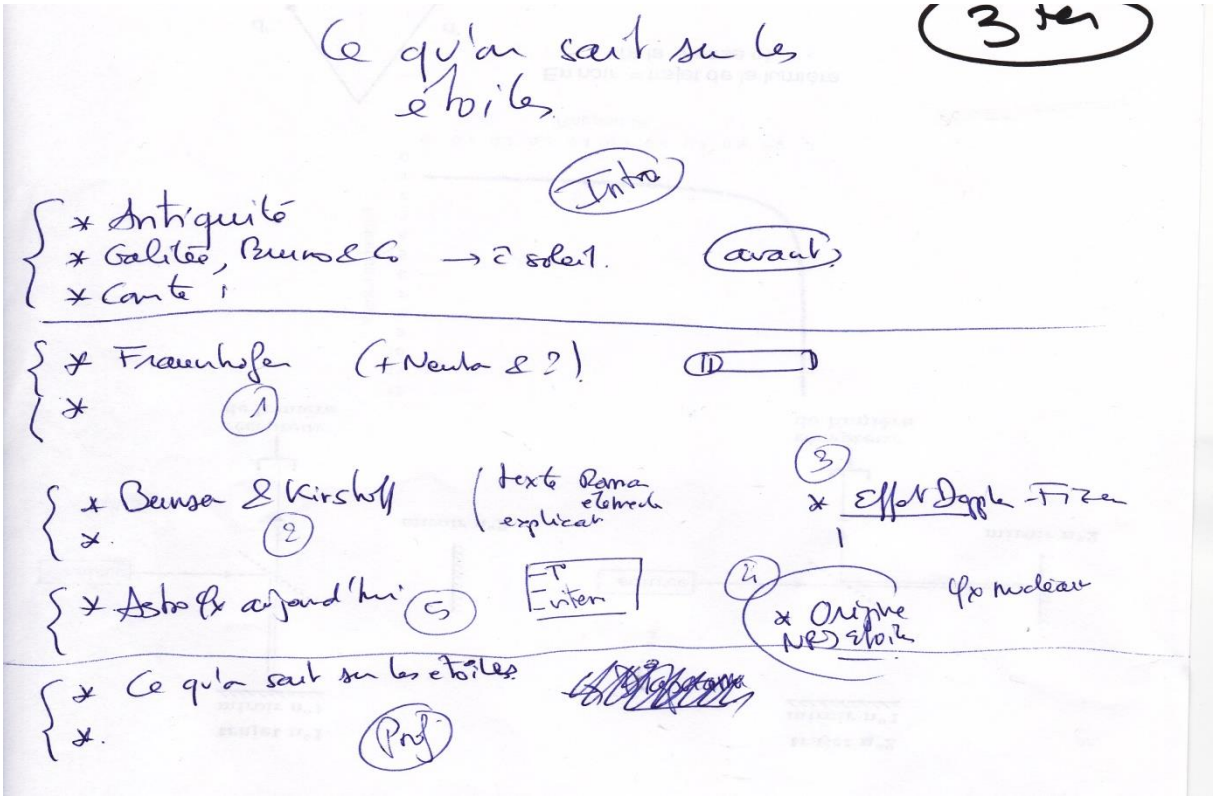
Je demande à Gilles comment ça c'est passé lors de son « colloque sur l'atome » en classe. Le temps alloué à l'étude des pochettes, l'implication des élèves, la restitution finale.

- Ses pochettes étaient plus légères avec moins de documents. Certains groupes sont peu impliqué mais globalement ça allait …
- Il me conseille de mettre une pochette sur l'histoire antique des étoiles. C'est intéressant de montrer les anciennes connaissances. Sur le découpage historique ou thématique il n'a pas de conseil précis...
- il me conseille d'avoir un transparent par groupe pour les aider dans leur présentation orale.

On feuillette un peu les différentes pochettes : ils trouvent qu'il y a beaucoup de chose. Ca va prendre du temps.

- Avoir moins de documents mais en plusieurs exemplaires ? Ou bien différents documents qu'ils ne lisent pas tous mais qui leur permettent de croiser les informations ?
- Le niveau de difficultés des documents ? Les textes sur l'histoire des atomes utilisés par julien et tirés de wikipédia étaient difficiles.

Annexe 8.6. Notes de Brouillon du Professeur Jean après la réunion avec le Professeur Gilles et la Professeure Nicole



Annexe 8.7. Pochette (Les débats Newton et Fraunhofer)

Extraits 1 du livre « le roman des éléments »

Pourquoi Newton jouait avec les rayons du Soleil

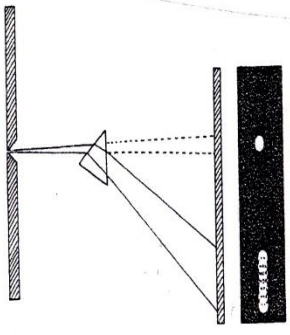
Isaac Newton (1642-1727).

En 1660, le jeune savant Isaac Newton, qui vivait dans la paisible ville de Cambridge, passait des jours et des jours à faire une chose très étrange : attraper les rayons du Soleil ! Il s'isolait dans une pièce obscure, s'affairant sur quelque chose, marmonnant de temps en temps à haute voix.

(...)

Il attrapait la réflexion des rayons du Soleil sur un morceau de papier. Les volets de toutes les fenêtres étaient bien fermés, afin qu'aucune lumière ne puisse rentrer. Dans l'un des volets, Newton avait fait un petit trou rond de la taille d'un petit doigt. À travers ce petit trou, un étroit pinceau de lumière pénétrait dans la pièce obscure. Newton marchait tranquillement dans la pièce, tenant tantôt la paume de sa main dans le pinceau, tantôt une feuille de papier, ou laissant le rayon traverser la pièce. Une tache lumineuse claire et brillante sautait de sa main sur le mur, du mur sur le papier, du papier sur le gilet noir de Newton.

Était-il possible que le jeune savant joue à quelque jeu d'enfant ? Non, Newton ne s'amusait absolument pas. Il s'occupait de travail sérieux. Il réalisait une expérience. Il avait un prisme triangulaire dans la main, juste un morceau de verre ordinaire avec trois faces égales. De temps en temps, il tenait ce petit morceau de verre dans le pinceau de lumière. Aussitôt que le verre interceptait le chemin du rayon lumineux, le disque de lumière blanche sur le mur disparaissait et, à sa place, une longue bande de plusieurs couleurs apparaissait. « *Où est passée la lumière blanche ?* » se demanda Newton avec étonnement la première fois qu'il observa ce changement inexplicable. Il tenait le prisme dans une main et, de l'autre, il attrapait les rayons du Soleil après qu'ils eurent traversé le prisme. Il remuait ses doigts, agitait sa main. Ses doigts étaient rouges, jaunes, verts, bleus et violets. Il ne pouvait trouver la lumière blanche nulle part.



Le prisme de Newton. Aussitôt que le verre interceptait le chemin du rayon lumineux, le disque de lumière blanche sur le mur disparaissait et, à sa place, une longue bande de plusieurs couleurs apparaissait.

(...)

Newton appela cette bande de couleurs le spectre. La partie supérieure du spectre était toujours rouge. Le rouge se fondait imperceptiblement dans l'orange, l'orange dans le jaune, le jaune dans le vert, le vert dans le bleu. Tout en bas du spectre venaient l'indigo et le violet.

Pendant longtemps, Newton se creusa la tête pour essayer de découvrir d'où venait le spectre. Dès que le Soleil se montrait le matin, il fermait les volets et essayait d'attraper les rayons multicolores ; il restait emprisonné volontairement jusqu'au soir, regardant dans la lumière le merveilleux spectre coloré qui dansait toujours devant ses yeux. Il y pensait constamment, nuit et jour et, finalement, il trouva la réponse. La lumière du Soleil n'est pas vraiment blanche, conclut-il. Elle nous semble seulement blanche. En réalité, un déluge de rayons multicolores tombe du ciel et quand les rayons arrivent ensemble, nos yeux ne peuvent pas les distinguer les uns des autres. C'est pourquoi elle apparaît blanche.

(...)

L'explication de Newton a dû paraître très curieuse au début. Il était difficile de saisir cette idée que la lumière blanche n'était en réalité pas blanche du tout ; que le Soleil qui brille dans le ciel au-dessus de nos têtes n'est pas un beau Soleil blanc, mais un merveilleux astre multicolore, qui est en même temps rouge, jaune, vert et violet. Cette incroyable affirmation est néanmoins vraie. Pensez aux gouttes de rosée et de pluies transparentes, qui luisent de couleurs éclatantes dans la lumière du Soleil !

Extraits 2 du livre « le roman des éléments »

Les raies de Fraunhofer

Que fit Newton ? Il découvrit, dans sa chambre noire, que la lumière du Soleil n'est pas d'une seule couleur. Au contraire, elle est constituée de rayons de différentes couleurs et ces rayons sont déviés de leur chemin rectiligne par un prisme. Maintenant, est-ce que les autres lumières, la lumière artificielle, aussi bien que la lumière du Soleil, ne sont pas elles aussi uniformes quant à la couleur ? Par exemple, la flamme de la lampe à alcool ou de la chandelle consiste-t-elle aussi de rayons de différentes couleurs ?

Oui, la lumière artificielle peut également être séparée en différentes couleurs. En 1814, un brillant opticien allemand, Fraunhofer, étudiait le spectre de différents types de lampes, essayant de trouver une source de lumière qui ne donnerait que des rayons d'une seule couleur. Il avait besoin d'une telle lumière pour tester la qualité des lentilles à fort grossissement qu'il préparait pour certains instruments d'optique. Fraunhofer ne parvint pas à trouver une source de lumière d'une seule couleur, mais il fit quelques très curieuses découvertes. Comme Newton, il travaillait dans une chambre obscure, mais, au lieu d'un trou rond, il admettait la lumière à travers une fente très étroite dans une fenêtre ou dans une porte. Il plaçait la lampe dehors, directement en face de l'ouverture et disposait une lunette astronomique derrière le prisme pour y capturer le spectre. La lunette avait une grande puissance de grossissement et le prisme était fait d'un type spécial de verre qui dispersait fortement les rayons. Il obtint donc un spectre extrêmement long, lumineux et net.

D'abord, Fraunhofer plaça une lampe à huile devant la fente. Quand il regarda dans sa lunette, il remarqua que deux raies jaunes très brillantes ressortaient l'une à côté de l'autre dans le ruban de lumière aux nombreuses nuances et que ces lignes avaient juste la largeur de la fente. Il tourna l'objectif de la lunette et regarda à nouveau. Les raies jaunes étaient toujours là. Il comprit ce que ça voulait dire : que de tous les rayons qui venaient de la lampe, il y en avait deux tellement brillants qu'ils ne se mélangeaient pas aux autres mais donnaient des images nettes et séparées de la fente. Quand il utilisa une lampe à alcool au lieu d'une lampe à huile, il constata que les raies jaunes apparaissaient toujours dans le champ de vision de la lunette. Ensuite, il essaya une chandelle ; à nouveau les raies jaunes brillaient. Elles étaient toujours dans la même position, pourvu que le prisme et la lunette n'aient pas bougé et que le long spectre demeure inchangé. Alors il chercha les raies jaunes dans le spectre du Soleil. Mais elles n'étaient pas là. Cependant, il remarqua quelque chose d'autre : la longue et brillante bande multicolore du spectre solaire était hachée de nombreuses raies sombres. Il en compta plus de 500. Chacune de ces étroites raies sombres, de la largeur de la fente, occupait toujours exactement la même position. Certaines étaient plus claires, certaines plus foncées, mais d'autres encore ressortaient clairement et paraissaient noir d'encre sur le fond brillant du spectre. Fraunhofer donna les noms A, B, C, D, etc., à ces raies noires particulièrement marquées.

« *C'est extraordinaire !* pensa-t-il, *alors qu'il regardait ces raies noires. On dirait qu'il manque certaines couleurs dans la lumière du Soleil.* » Il commença à examiner les lignes avec plus d'attention et il fut plus étonné que jamais quand il remarqua qu'il y avait une double raie très noire à l'endroit même où les lignes jaunes brillantes étaient apparues dans le spectre de la chandelle ou de la lampe. Pendant la journée, il laissait passer la lumière solaire à travers la fente et il y avait toujours ces raies noires dans le spectre, précisément dans la même position. Le soir, il plaçait la lampe ou la chandelle devant la fente et la double raie jaune apparaissait brillante dans le spectre, exactement à la même place. Les deux paires coïncidaient parfaitement, c'est-à-dire que les rayons qui brillaient le plus fortement dans la lumière artificielle étaient justement ceux qui manquaient dans la lumière du Soleil. Un étrange phénomène, inexplicable !

Beaucoup d'autres savants avaient étudié les spectres de différentes sources de lumière : des bougies stéariques, des étincelles électriques, des arcs voltaïques. Dans presque tous les cas, ils avaient trouvé les raies jaunes brillantes et, fréquemment, ils avaient aussi découvert d'autres raies brillantes. Dans le spectre du Soleil, on trouvait de plus en plus de raies noires, les « raies de Fraunhofer », comme on commença à les appeler. Cependant, personne ne pouvait donner une explication satisfaisante à leur cause. Certains savants furent très près de la bonne réponse, tout en étant incapables de clarifier complètement le mystère.

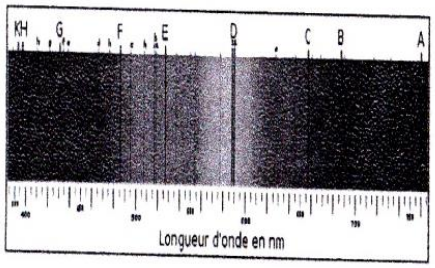
Ce fut à Kirchhoff et à Bunsen d'y parvenir.

Extraits 3 de Wikipédia

Raies de Fraunhofer (wikipedia)

En physique et en optique, les **raies de Fraunhofer** sont les raies d'absorption du spectre solaire.

Le spectre continu du Soleil observé à travers un prisme est coupé d'un grand nombre de raies spectrales sombres ou pratiquement noires : certaines longueurs d'onde manquent, ou du moins sont très affaiblies dans la lumière du Soleil.



Le spectre solaire avec les raies de Fraunhofer.

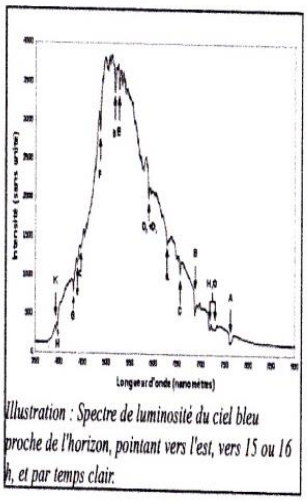


Illustration : Spectre de luminosité du ciel bleu proche de l'horizon, pointant vers l'est, vers 15 ou 16 h, et par temps clair.

Historique

En 1802, le chimiste anglais William Hyde Wollaston est le premier à observer un certain nombre de bandes noires dans le spectre solaire. Cette découverte marque la naissance de la spectroscopie stellaire. En 1814, le physicien allemand Joseph von Fraunhofer redécouvre ces raies et entreprend une étude approfondie pour mesurer précisément les longueurs d'onde de ces raies. Au total, il a répertorié 570 lignes et nommé les principales raies avec les lettres *A* à *K*, et les raies moins importantes avec d'autres lettres. Les moyens modernes d'observation du rayonnement solaire permettent de détecter des milliers d'autres raies.

Par la suite, le physicien allemand Gustav Kirchhoff et le chimiste Robert Bunsen découvrent l'association de chaque élément chimique avec une série de raies spectrales, et en déduisent que les lignes sombres sont dues à l'absorption de certaines longueurs d'ondes du rayonnement solaire par ces éléments dans les couches supérieures du Soleil. Les atomes agissent comme des filtres de longueurs d'onde précises sur le spectre électromagnétique. Leur signature spécifique permet de les identifier. Certaines de ces raies sont également provoquées par les molécules d'oxygène dans l'atmosphère terrestre.

Le Soleil émet un rayonnement à large spectre, qui inclut le domaine visible par l'œil humain. L'ensemble des sillons apparaissant dans le spectre reçu à la surface de la Terre forme les **raies de Fraunhofer**.

Liste des principales raies

Les principales raies de Fraunhofer, et leurs éléments associés, sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Élément	Longueur d'onde (nm)	Désignation	Élément	Longueur d'onde (nm)
y	O_2	898,765	c	Fe	495,761
Z	O_2	822,696	F	H β	486,134
A	O_2	759,370	d	Fe	466,814
B	O_2	686,719	e	Fe	438,355
C	H α	656,281	G'	H γ	434,047
a	O_2	627,661	G	Fe	430,790
D_1	Na	589,592	G	Ca	430,774
D_2	Na	588,995	h	H δ	410,175
D_3 ou d	He	587,5618	H	Ca^+	396,847
e	Hg	546,073	K	Ca^+	393,368
E_2	Fe	527,039	L	Fe	382,044
b_1	Mg	518,362	N	Fe	358,121
b_2	Mg	517,270	P	Ti^+	336,112
b_3	Fe	516,891	T	Fe	302,108
b_4	Fe	516,891	t	Ni	299,444
b_4	Mg	516,733			

Annexe 8.8. Pochette (Raies spectrales Kirchhoff et Bunsen)

Extraits 1 du livre « le roman des éléments »

La lumière du Soleil et la lumière de Drummond

Un jour, Kirchhoff dit à son ami :

« *Savez-vous ce à quoi je pense tout le temps, Robert ?*

– *Aux nouveaux éléments*, interrompit Bunsen.

– *Non, croyez-le ou non, ce n'est pas ça. Je pense sans cesse aux raies de Fraunhofer. Que signifient-elles ? Pourquoi le spectre solaire est-il rayé de ces lignes sombres ? Nous avons pu expliquer beaucoup de choses mais nous n'avons pas encore trouvé une explication pour ces raies.*

– *C'est ainsi. Mais, en ce qui me concerne, je suis plus intéressé par de nouveaux éléments à présent.*

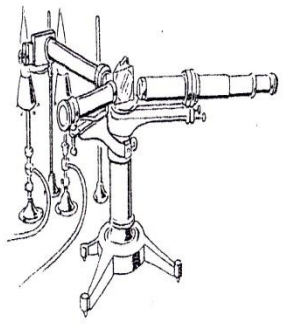
– *Mais réfléchissez un instant, Robert, pourquoi la raie jaune du sodium est-elle toujours exactement à la même place que la raie noire « D » du spectre solaire ?*

Je suis convaincu que ça n'arrive pas par hasard. Il doit y avoir une relation entre ces deux faits. »

Kirchhoff étudia le spectre solaire à la première apparition du oleil. Quelque temps auparavant, il avait ajouté des graduations au ectroscope. Maintenant, chaque raie du spectre apparaissait toujours u-dessus d'une certaine graduation, il était donc impossible de onfondre une raie avec une autre.

Kirchhoff trouva la graduation qui correspondait à la raie jaune du sodium. Cette raie, bien sûr, n'apparaissait pas dans le spectre solaire mais, à sa place, directement au-dessus de la graduation, il y avait une raie très sombre – la raie double « D ». Ensuite, Kirchhoff supprima la lumière solaire, plaça un bec de gaz devant la fente et mit un peu de sel de sodium dans la flamme. Maintenant, à la place du magnifique spectre solaire multicolore, il pouvait voir seulement deux barres jaunes isolées. Cela lui suggéra une idée intéressante.

« *Je vais réadmettre les rayons du Soleil*, pensa-t-il, *et je vais laisser le bec de gaz là où il est. Nous allons bien voir comment un spectre se superpose à un autre.* »

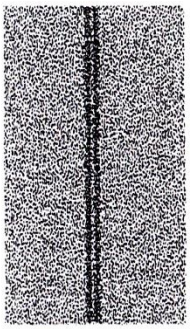


• Il observe des choses bizarres. Au lieu d'augmenter la double raie D

La chose la plus étonnante de toutes était que la raie sombre « D » paraissait maintenant beaucoup plus distincte qu'auparavant. Elle était plus sombre et ressortait plus nettement que les autres raies de Fraunhofer.

Kirchhoff laissa le spectroscope et regarda pensivement par la fenêtre. Son cerveau s'attaquait à un sérieux problème. « *Il semble que j'aie trouvé la clé de quelque chose* », se dit-il en lui-même. Bunsen n'était pas dans le laboratoire à ce moment-là, alors Kirchhoff appela un assistant et lui demanda de placer devant le spectroscope ce que nous appelons une « lumière de Drummond », ainsi nommée d'après l'Anglais qui l'a inventée.

Une lumière de Drummond[6] est une lumière produite en brûlant ensemble deux gaz, l'hydrogène et l'oxygène, arrivant de deux tubes simultanément. L'hydrogène brûle intensément dans l'oxygène et la flamme très chaude est dirigée sur un bâton fait de chaux pure. La chaux est alors chauffée à blanc et donne une lumière aveuglante. La lumière incandescente ne donne pas des raies séparées, comme le font les vapeurs lumineuses, mais un beau spectre continu sans raies d'aucune sorte, et même un spectre semblable à celui du Soleil, sauf qu'il ne contient pas de raies sombres.



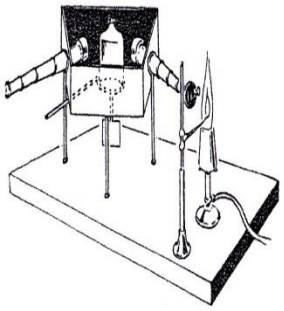
Instantanément, la double raie « D » sombre apparut dans la partie jaune du spectre de la lumière de Drummond.

D'abord, Kirchhoff fit passer la lumière de Drummond seule par la fente, sans la flamme jaune du sodium. Il observa dans le spectroscope un spectre pur et continu, sans signe de raies sombres ou colorées. Puis il plaça du sel dans le bec de gaz et déplaça la flamme juste sous la fente, de sorte que ses rayons interfèrent avec ceux de la lumière de Drummond. Instantanément, la double raie « D » sombre apparut dans la partie jaune du spectre de la lumière de Drummond.

Extraits 2 du livre « le roman des éléments »

L'analyse spectrale

Les deux amis commencèrent par construire un spectroscope, un instrument pour observer les spectres. Un beau jour, Kirchhoff arriva au laboratoire avec une boîte à cigares et deux lunettes astronomiques, qui avaient vu de meilleurs jours. Avec ce simple matériel, ils fabriquèrent eux-mêmes leur spectroscope.



Une boîte à cigares et deux lunettes astronomiques: avec ce simple matériel, Bunsen et Kirchhoff fabriquèrent eux-mêmes leur spectroscope.

Naturellement Kirchhoff, étant physicien, réalisa la plus grande partie du travail pour fabriquer le spectroscope. Mais Bunsen n'était pas oisif pour autant. Il préparait des substances d'une grande pureté pour les examiner dans la flamme. Il dissolvait de nombreux sels, les recristallisait, les filtrait, les lavait, les remettait en solution, etc., jusqu'à ce qu'il obtienne de bons échantillons.

Pour tester l'instrument, Kirchhoff, utilisant un miroir comme réflecteur, admit d'abord un faisceau de lumière solaire à travers la fente. Il regarda et fut enchanté de voir un beau spectre multicolore, haché des raies noires de Fraunhofer. Ensuite, il ferma les volets de la fenêtre et plaça un bec Bunsen allumé devant la fente. Cette fois-ci, tout était sombre dans le collimateur et Kirchhoff pouvait seulement distinguer une très faible lumière quand il regardait dans le tube.

L'image changea du tout au tout quand Bunsen ajouta des grains de différentes substances. D'abord, il prit du sel de cuisine pur, que les chimistes appellent chlorure de sodium, parce qu'il est composé de sodium et de chlore. Bunsen mit une pincée de ce sel sur un fil de platine et le tint dans la flamme. La flamme devint immédiatement jaune vif. Kirchhoff plaça son œil derrière la lunette. « *Je vois deux raies jaunes côte à côte*, dit-il. *Rien d'autre. Juste un fond obscur et deux raies jaunes dessus.* » Ils obtinrent exactement les mêmes raies jaunes à partir d'autres composés du sodium. (II)

Après avoir nettoyé scrupuleusement le fil de platine, Bunsen y mit une pincée de sel de potassium et le tint dans la flamme. La flamme devint d'une délicate couleur lilas. Kirchhoff prit sa place derrière le tube. Silence pendant quelques secondes. « *Que voyez-vous, Gustav?* demanda Bunsen – *Je vois une raie violette et une raie rouge sur un fond noir et entre elles un spectre presque complet, sans raies brillantes distinctes.* » Tous les sels de lithium donnaient une raie rouge brillante et une raie orange moins vive. Le spectre du strontium avait une raie bleue brillante et plusieurs raies rouge sombre. Et ainsi de suite avec chaque élément. (III) Des chandelles commençaient à danser devant leurs yeux, mais Kirchhoff ne voulait pas s'arrêter. « *Nous devons faire un dessin de tout ça*, dit-il. *Il faut que nous ayons tous les spectres sur papier pour pouvoir en faire des comparaisons plus tard.* – *Attendez une minute*, dit Bunsen en l'arrêtant. *Nous ne savons pas la plus importante chose de toute: quel genre de spectre nous allons obtenir si nous mélangeons plusieurs sels ensemble et les tenons dans la flamme – par exemple du sodium, du potassium et du lithium.* » (IV)

Le moment crucial était arrivé. Kirchhoff faisait les cent pas en frottant ses yeux fatigués. Bunsen, imperturbable comme d'habitude, prenait beaucoup de temps à mélanger avec soin plusieurs sels. Finalement, il mit quelques particules du mélange sur le fil et le tint dans la flamme. La flamme devint immédiatement jaune vif – ce qui signifiait que le sodium prédominait sur les autres couleurs. Et le spectroscope, que montrait-il? Kirchhoff regarda dans le tube assez longtemps. La pièce était très calme. Les sels crépitaient dans la flamme. La main de Bunsen, tenant un bout du fil, tremblait légèrement. « *Je peux vous dire quels sels vous avez mélangés*, dit enfin Kirchhoff. *Vous avez mélangé du sodium, du potassium, du lithium et du strontium.* – *Correct!* cria Bunsen. » Il attacha le fil sur son support et se rua vers le tube du spectroscope. Et voici ce qu'il vit: chaque raie brillante ressortait séparément, chacune à sa place. Les deux raies jaunes du sodium ressortaient le plus clairement. Mais la raie violette du potassium, la raie rouge du lithium et la raie bleue intense du strontium apparaissaient toutes distinctement dans les différentes parties de la longue bande multicolore du spectre.

Kirchhoff et Bunsen pouvaient se féliciter. Le but qu'ils s'étaient assigné était atteint: ils avaient découvert une nouvelle méthode pour réaliser une analyse chimique: l'analyse spectrale.

Extraits 3 de site « astronomie.com »

NE1 astronome.com → NE2 séparé

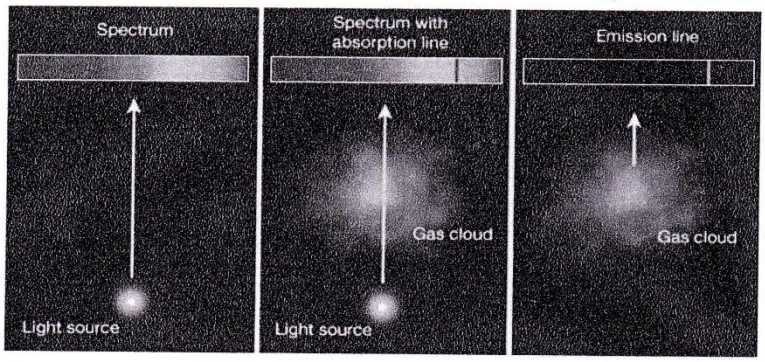
Les raies spectrales

La situation est différente lorsque l'objet étudié est un gaz peu dense. La découverte en fut faite en 1814 par Joseph von Fraunhofer qui étudiait le spectre des couches superficielles du Soleil. L'astronome, en observant le spectre avec une très grande précision, se rendit compte que celui-ci n'était pas continu, mais présentait une multitude de petites lignes obscures appelées des raies spectrales. Ces lignes correspondaient à des longueurs d'onde qui, pour une raison inconnue à l'époque, étaient absentes du rayonnement solaire.

L'explication de ce mystère fut le fait de Robert Bunsen et de Gustav Kirchhoff. Ces deux physiciens construisirent ensemble un spectroscope, c'est-à-dire un instrument destiné à décomposer la lumière en ses diverses longueurs d'onde et à fortement agrandir le spectre obtenu. Ils utilisèrent leur nouvel appareil pour étudier le rayonnement de différents types de corps, en particulier des gaz.

Ils découvrirent alors un phénomène très étrange. Le spectre d'un gaz chaud était formé d'un ensemble de raies brillantes, appelées des raies d'émission, sans aucun fond continu. De façon tout aussi mystérieuse, le spectre d'un corps noir, après passage dans un gaz froid, était continu mais parsemé de raies obscures, des raies d'absorption.

Bunsen et Kirchhoff conclurent de leurs expériences que les constituants d'un gaz ne pouvaient émettre ou absorber de la lumière que dans certaines longueurs d'onde bien définies, contrairement à un corps noir. Lorsqu'ils observaient un gaz chaud, le spectre était constitué de raies d'émission aux longueurs d'onde que ces constituants pouvaient émettre. Lorsqu'ils observaient un gaz froid placé devant un corps noir, les constituants du gaz absorbaient la lumière à ces longueurs d'onde et provoquaient les raies d'absorption superposées au spectre continu du corps noir.



Le spectre d'un corps dans les trois cas de figure envisagés. A gauche, le spectre d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz très dense est continu. Au milieu, le spectre d'un gaz froid placé devant une source continue fait apparaître des raies d'absorption. A droite, le spectre d'un gaz chaud est formé de raies d'émissions (à la même position que les raies d'absorption du milieu). Crédit : The Pennsylvania State University

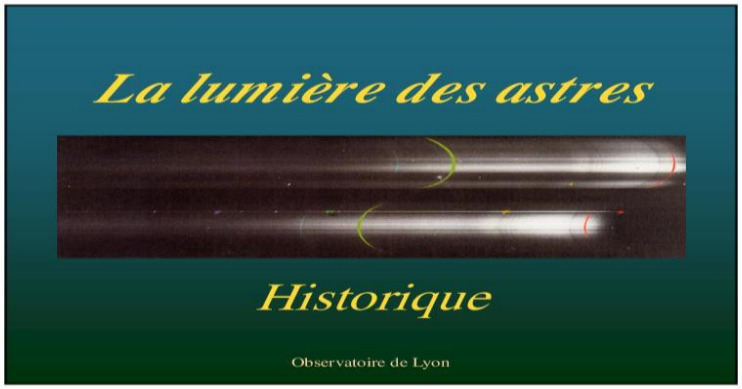
La composition chimique

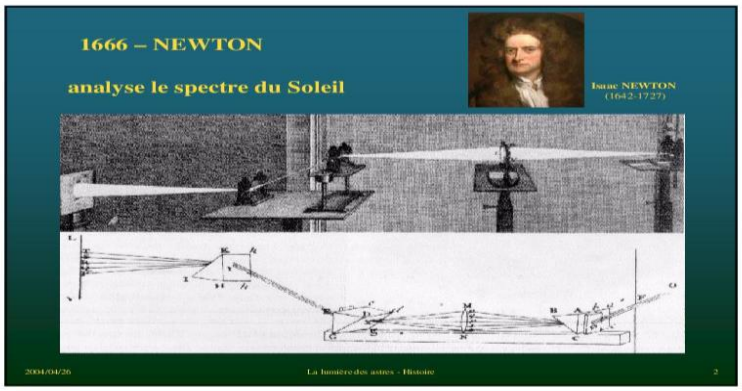
Bunsen et Kirchhoff firent une découverte encore plus importante lorsqu'ils constatèrent qu'à un gaz donné correspondait un ensemble bien défini de raies. Par exemple, le gaz de sodium se caractérisait toujours par deux raies dans la partie jaune du spectre visible.

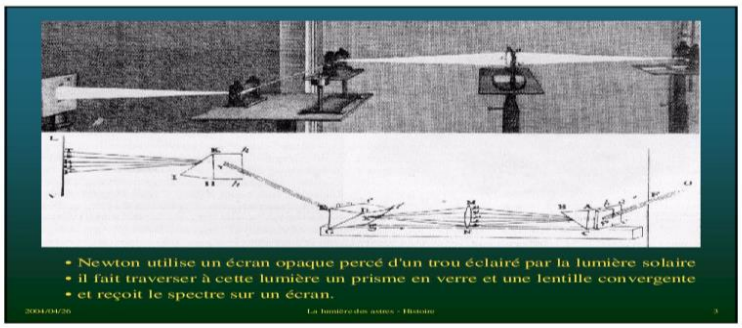
Cette découverte constituait une avancée majeure. A partir de l'étude du spectre d'un gaz et de ses raies, il devenait possible de déterminer sa composition. Ainsi, par exemple, si le spectre d'un gaz inconnu présentait les deux raies jaunes ci-dessus, ce gaz devait contenir du sodium. Il devenait donc possible, grâce à l'analyse spectrale, de déterminer la composition chimique d'un corps à distance, ce qui constituait une possibilité inespérée pour l'étude des corps célestes.

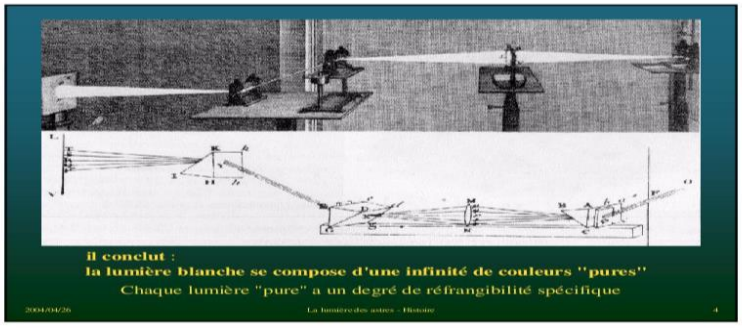
Annexe 8.9. Texte d'Auguste Comte

« Parmi les trois sens propres à nous faire apercevoir l'existence des corps éloignés, celui de la vue est évidemment le seul qui puisse être employé relativement aux corps célestes ; en sorte qu'il ne saurait exister aucune astronomie pour des espèces aveugles, quelque intelligentes qu'on voulût d'ailleurs les imaginer ; et, pour nous-mêmes, les astres obscurs, qui sont peut-être plus nombreux que les astres visibles, échappent à toute étude réelle, leur existence pouvant tout au plus être soupçonnée par induction. Toute recherche qui n'est point finalement réductible à de simples observations visuelles nous est donc nécessairement interdite au sujet des astres, qui sont ainsi de tous les êtres naturels ceux que nous pouvons connaître sous les rapports les moins variés. Nous concevons la possibilité de déterminer leurs formes, leurs distances, leurs grandeurs et leurs mouvements ; tandis que **nous ne saurions jamais étudier par aucun moyen leur composition chimique, ou leur structure minéralogique, et, à plus forte raison, la nature des corps organisés qui vivent à leur surface, etc**. En un mot, pour employer immédiatement les expressions scientifiques les plus précises, nos connaissances positives par rapport aux astres sont nécessairement limitées à leurs seuls phénomènes géométriques et mécaniques, sans pouvoir nullement embrasser les autres recherches physiques, chimiques, physiologiques, et même sociales, que comportent les êtres accessibles à tous nos divers moyens d'observation ».


La lumière des astres
Historique
Observatoire de Lyon

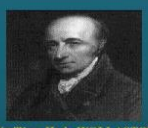

1666 – NEWTON
analyse le spectre du Soleil
Isaac NEWTON
(1642-1727)


• Newton utilise un écran opaque percé d'un trou éclairé par la lumière solaire
• il fait traverser à cette lumière un prisme en verre et une lentille convergente
• et reçoit le spectre sur un écran.


il conclut :
la lumière blanche se compose d'une infinité de couleurs "pures"
Chaque lumière "pure" a un degré de réfrangibilité spécifique

1802 - WOLLASTON

place une fente
devant le dispositif de Newton



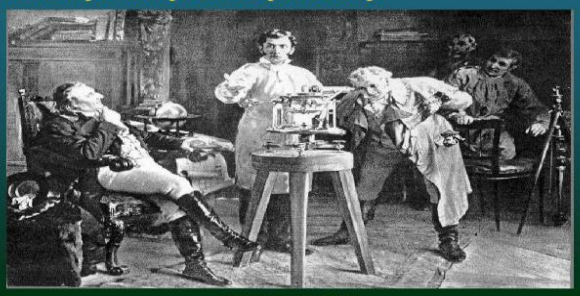
Wwilliam Hyde WOLLASTON
(1766-1828)

Le spectre solaire.

Il remarque alors 7 raies sombres dans le spectre du Soleil

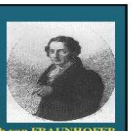
1814 - FRAUNHOFER

met au point le premier spectroscope



il utilise :

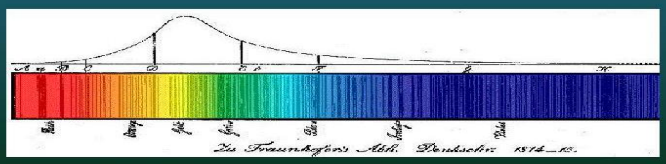
- un collimateur devant la fente
- un réseau de diffraction qu'il a inventé,pour remplacer le prisme
- une lunette pour observer le spectre



Joseph von FRAUNHOFER
(1787-1826)

il découvre :

354 raies obscures fixes les unes par rapport aux autres



Il établit ainsi la première carte du spectre solaire.

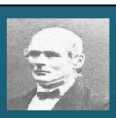
2004/04/26 La lumière des astres - Histoire 7

De 1820 à 1850 - ANGSTRÖM
et de nombreux expérimentateurs

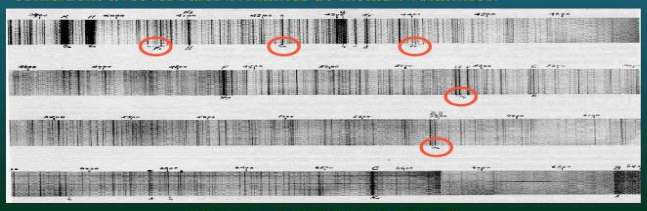
étudient les spectres de diverses sources

Ils notent que :

certaines raies sombres du spectre solaire
coïncident avec les raies brillantes de métaux volatilisés.



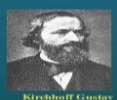
Anders Jonas
ANGSTRÖM
(1814-1874)



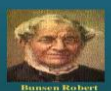
mais en quoi consistent ces raies ?
et pourquoi dans le spectre du Soleil sont-elles sombres ?

2004/04/26 La lumière des astres - Histoire 8

1859 - KIRCHHOFF et BUNSEN



Kirchhoff Gustav
(1824-1887)



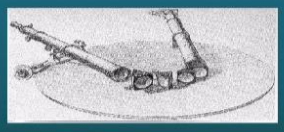
Bunsen Robert
(1811-1899)

donnent la clef de l'énigme :

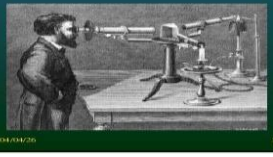
Chaque raie est due à la présence d'un élément donné.

2004/04/26 La lumière des astres - Histoire 9

Quand on interpose un gaz
entre la source et le spectroscope,
les raies apparaissent sombres ou brillantes
selon que la température du gaz
est plus basse ou plus élevée
que celle de la source.



Ces lois expliquent le spectre du Soleil :

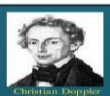


Les raies du spectre sont des lacunes produites par l'absorption due aux "vapeurs métalliques" qui composent l'atmosphère solaire.

Chacune d'elles est le spectre renversé de quelque substance.

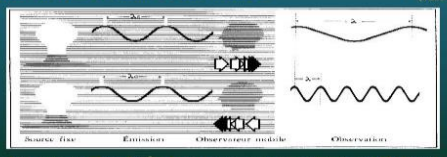
2004/04/26 La lumière des astres - Histoire 10

1842 - DOPPLER 1848 - FIZEAU


Christian Doppler (1803 à 1853)

Hippolyte Fizeau (1819-1896)

Lorsqu'il y a mouvement entre un observateur et une source



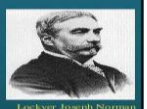
$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$$

la longueur d'onde λ du rayonnement reçue par l'observateur est différente de celle λ_0 du rayonnement émis par la source

1868 - HUGGINS mesure la vitesse de Sirius : 50 km/s.

1868 – JANSSEN et LOCKYER

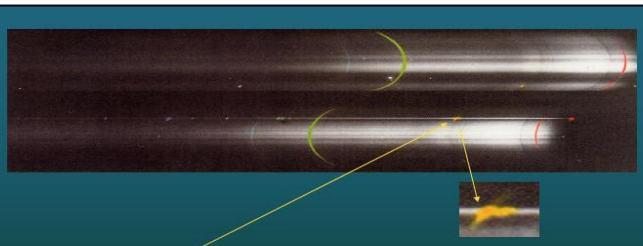
Pierre Jules César Janssen (1824-1907)


Lockyer Joseph Norman (1836-1920)

au cours de l'éclipse totale du 18 août 1868, réalisent des spectres des protubérances et découvrent :

l'élément Hélium
qui ne sera découvert que 27 ans plus tard sur Terre

Spectres de la couronne solaire obtenus aux bords est et ouest du Soleil



Dans la région jaune du spectre d'une protubérance, on peut distinguer trois raies : la raie D_3 de l'hélium et les raies D_1 et D_2 du sodium

La raie brillante verte a posé pendant longtemps un problème : aucun élément connu ne pouvait la produire, aussi l'a-t-on appelé « coronium »

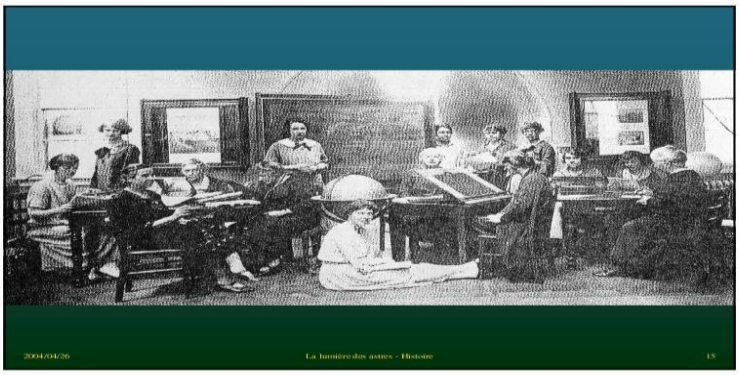
La table de Mendeleev se remplissant, le coronium n'y trouvait pas sa place.

C'est seulement en 1941 que cette raie verte a été identifiée au Fer XIV

de 1867 à 1924 PICKERING
et toute une équipe d'astronomes au Harvard Observatory

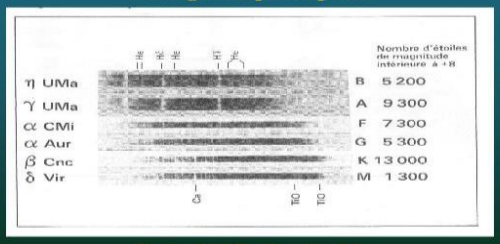
s'acharnent à classer les spectres de 400000 étoiles.

William Henry Pickering (1858 - 1938)



La classification, toujours en usage de nos jours, est constituée de :

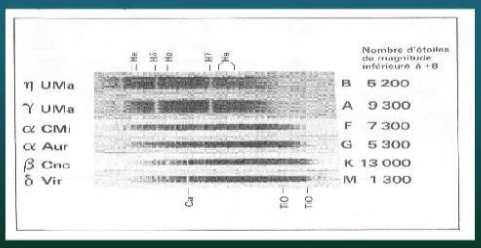
7 catégories principales



O B A F G K M

(Oh Be A Fine Girl, Kiss Me)

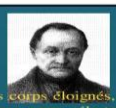
La nature et l'intensité des raies spectrales révèlent pour chaque étoile :



sa composition
sa température
sa densité
sa constitution
sa dimension
sa vitesse

et même aussi son âge...

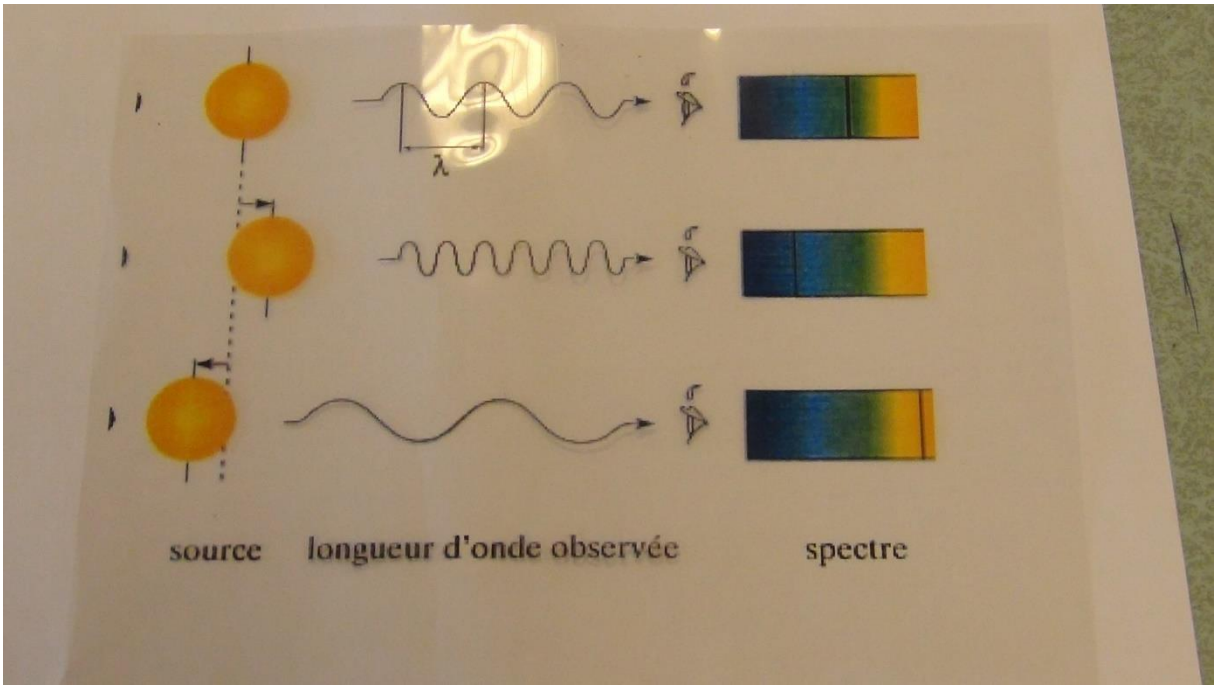
Et pourtant en 1834,
AUGUSTE COMTE
dans son *Cours de Philosophie Positive*



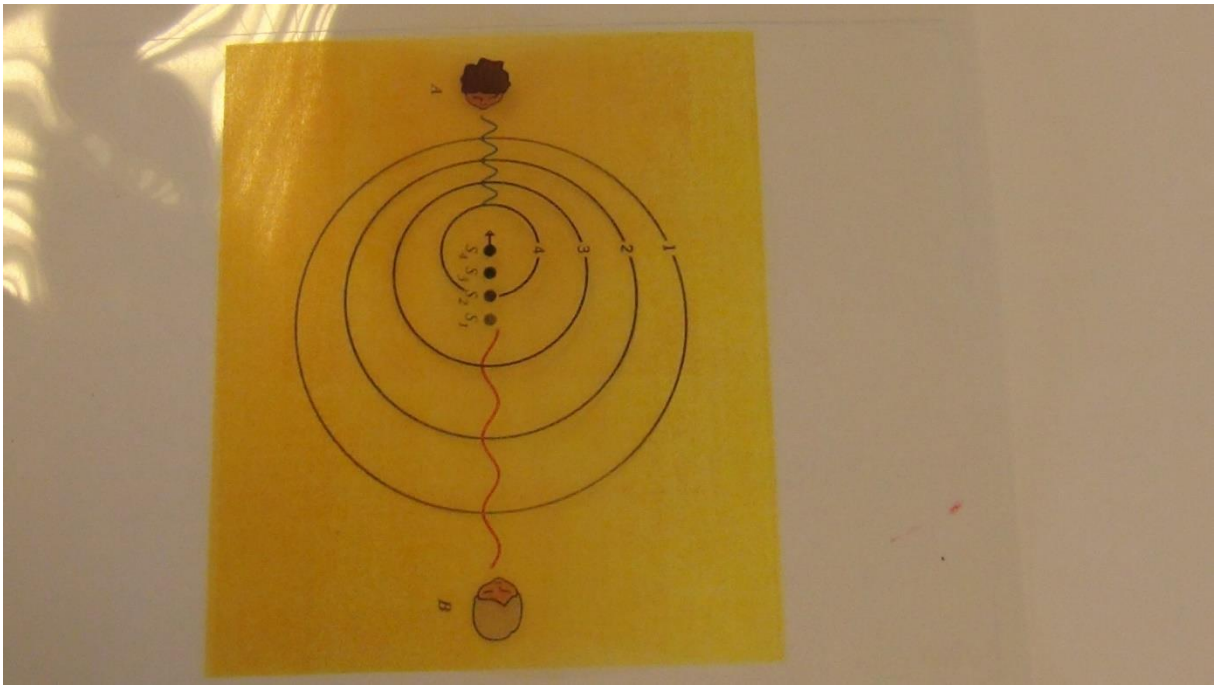
Parmi les trois sens propres à nous faire apercevoir l'existence des corps éloignés, celui de la vue est évidemment le seul qui puisse être employé relativement aux corps célestes ; en sorte qu'il ne saurait exister aucune astronomie pour des espèces aveugles, quelques intelligentes qu'on voulût d'ailleurs les imaginer ; et, pour nous-mêmes, les astres obscurs, qui sont peut-être plus nombreux que les astres visibles, échappent à toute étude réelle, leur existence pouvant tout au plus être soupçonnée par induction. Toute recherche qui n'est point finalement réductible à de simples observations visuelles nous est donc nécessairement interdite au sujet des astres, qui sont ainsi de tous les êtres naturels ceux que nous pouvons connaître sous les rapports les moins variés. Nous concevons la possibilité de déterminer leurs formes, leurs distances, leurs grandeurs et leurs mouvements ; tandis que *nous ne saurions jamais étudier, par aucun moyen, leur composition chimique ou leur structure minéralogique, et, à plus forte raison, la nature des corps organisés qui vivent à leur surface, etc.* En un mot, pour employer immédiatement les expressions scientifiques les plus précises, nos connaissances positives par rapport aux astres sont nécessairement limitées à leurs seuls phénomènes géométriques et mécaniques, sans pouvoir nullement embrasser les autres recherches physiques, chimiques, physiologiques et même sociales, que comporter les êtres accessibles à tous nos divers moyens d'observation.

Annexe 8.11. Transparents

-Transparent des spectres et longueurs d'ondes



-Transparent concernant la place d'une source à la personne



-Transparent concernant le spectre du soleil avec des raies noires

Raies de Fraunhofer (wikipedia)

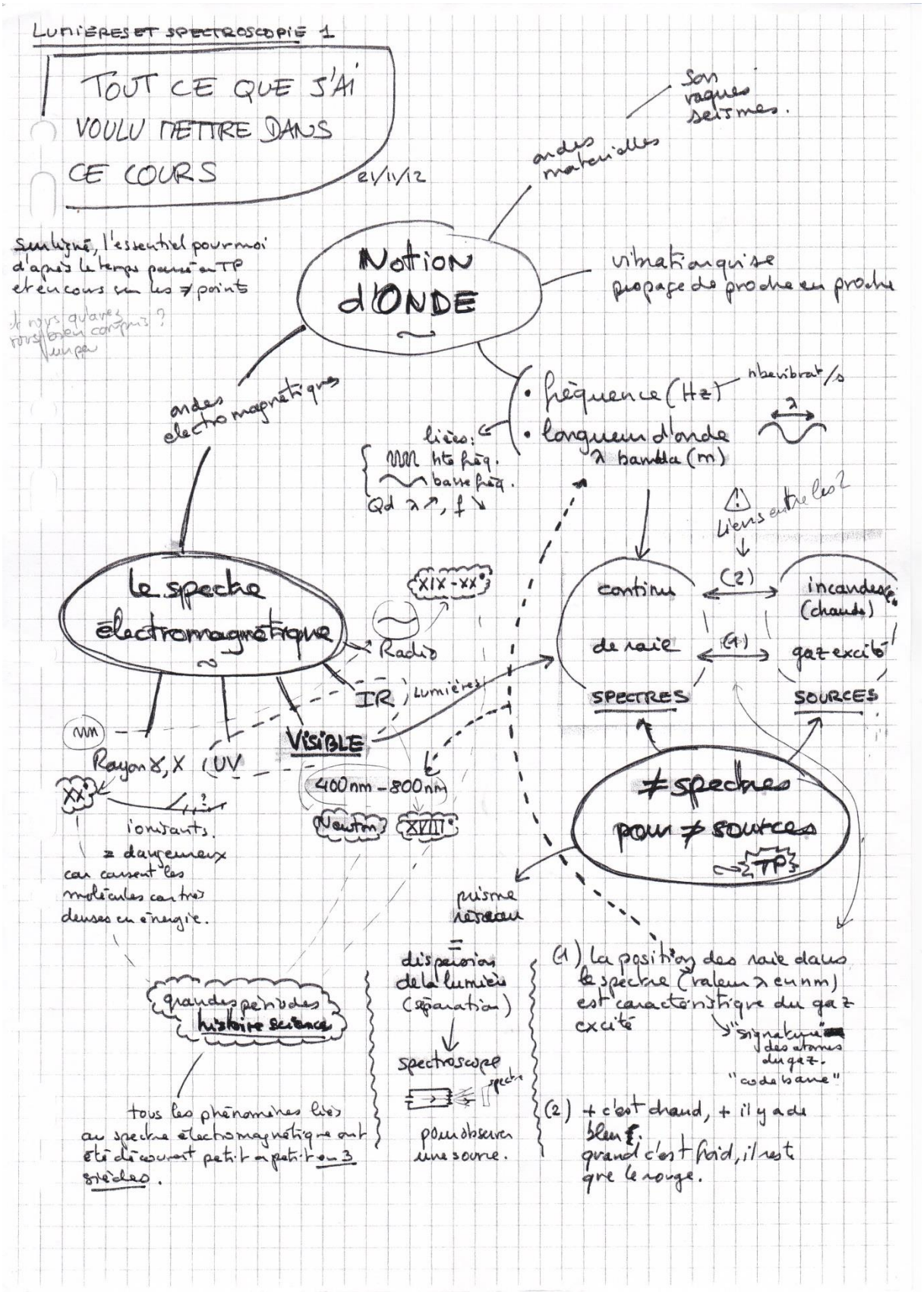
En physique et en optique, les **raies de Fraunhofer** sont les raies d'absorption du spectre solaire.

Le spectre continu du Soleil observé à travers un prisme est coupé d'un grand nombre de raies spectrales sombres ou pratiquement noires : certaines longueurs d'onde manquent, ou du moins sont très affaiblies dans la lumière du Soleil.

Le spectre solaire avec les raies de Fraunhofer.

Historique

Annexe 8.12. Diagramme conceptuel du professeur de Jean pour l'enseignement du spectre (lumière et spectroscopie)



Annexe 9. Journal de bord du Professeur Jean

Annexe 9.1. Extrait 1 du JB (diaporama spectre-astrophysique)

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
Diaporama obs. Lyon formation Au début…	Physique			

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Texte A. Comte Illustration Notes sur histoire spectro (ressource 3 bis)		Individuel	Bureau

Partage de la ressource (avec qui, de quel intérêt, comment, à quel moment : après l'avoir rencontrée, retravaillée ou mise en œuvre). Cette ressource est organisée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Rencontre sur la ressource échangée (comment, à quel moment : après l'envoi ou la présentation de la ressource à d'autres, sa modification par d'autres ou sa mise en œuvre par d'autres)	Effets des retours sur la ressource	Commentaires
Donnée à Nicole	Pendant réunion avec Gilles		

Destination finale de la ressource (usage individuel, usage avec des élèves en classe, autres) (Physique/Chimie/Thèmes)
Préparation séquence : infos pour moi ; illustration ; extraits=docs élèves

Type d'activité menée avec la ressource	Quel thème/sous-thème (nouveau programme)	Quel contenu (Physique/Chimie)	Quelle compétence (Physique/Chimie/Thèmes)	Lieu de l'activité (Physique/Chimie/Thèmes)	Autres protagonistes	Commentaires
Activité de préparation						

Retour sur votre travail, sur votre pratique en classe (Physique/Chimie/Thèmes)
Vieux doc de formation datant d'environ 10 ans. Retrouvé sous forme papier. Puis recherché sur site internet docs dans les archives pour retrouver fichier informatique avec les illustrations et texte A. Comte

Annexe 9.2. Extrait du JB du Professeur Jean concernant les notes provenant de diaporama de l'observatoire de Lyon

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
Notes Au début…	Physique			

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Notes sur histoire spectro (ressource 3 bis) : réflexion sur découpage en « thèmes » pour colloque		Individuel	Bureau

Partage de la ressource (avec qui, de quel intérêt, comment, à quel moment : après l'avoir rencontrée, retravaillée ou mise en œuvre). Cette ressource est organisée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Rencontre sur la ressource échangée (comment, à quel moment : après l'envoi ou la présentation de la ressource à d'autres, sa modification par d'autres ou sa mise en œuvre par d'autres)	Effets des retours sur la ressource	Commentaires
	Notes histoire spectro : présenté à Nicole et Gilles à la réunion		

Annexe 9.3. Extrait du journal de bord du Professeur Jean concernant le livre « le roman des éléments »

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
Dimanche 31/03 WE chez parents	Roman des éléments	½ j	Bibliothèque perso	Docs élèves

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Compilation d'extraits	1 pochette (Bunsen &K ; Newton & F)	Individuel	Chez moi

Destination finale de la ressource (usage individuel, usage avec des élèves en classe, autres) (Physique/Chimie/Thèmes)
Elèves via pochette travail/[…] lecture de tout ce livre

Type d'activité menée avec la ressource	Quel thème/sous-thème (nouveau programme)	Quel contenu (Physique/ Chimie)	Quelle compétence (Physique/Chimie/Thèmes)	Lieu de l'activité (Physique/Chimie/Thèmes)	Autres protagonistes	Commentaires
Activité de préparation	Astrophysique	Physique				

Retour sur votre travail, sur votre pratique en classe (physique/chimie/thèmes)
Super livre !

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
WE2	Roman des éléments	1 WE	Bibliothèque perso	Docs pour élèves (pochettes)

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Photocopies ---> pochettes		Individuel	Bureau

La ressource ne donne pas lie à une production. Archivage de la ressource (où ?)
Extrait hélium pas utilisé

Partage de la ressource (avec qui, de quel intérêt, comment, à quel moment : après l'avoir rencontrée, retravaillée ou mise en œuvre). Cette ressource est organisée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Rencontre sur la ressource échangée (comment, à quel moment : après l'envoi ou la présentation de la ressource à d'autres, sa modification par d'autres ou sa mise en œuvre par d'autres)	Effets des retours sur la ressource	Commentaires
?			

Destination finale de la ressource (usage individuel, usage avec des élèves en classe, autres) (Physique/Chimie/Thèmes)
Pochettes : (Bunsen & K ; Newton & F). Usage avec des élèves en classe.

Type d'activité menée avec la ressource	Quel thème/sous-thème (nouveau programme)	Quel contenu (Physique/Chimie)	Quelle compétence (Physique/Chimie/Thèmes)	Lieu de l'activité (Physique/Chimie/Thèmes)	Autres protagonistes	Commentaires
Mise en œuvre en classe		Physique	Physique	Physique		

Annexe 9.4. Extrait du journal de bord du Professeur Jean concernant les notes de brouillon 1

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
Février 2013 quelques jours après mèl de Gilles	Physique	15'	Réflexion à mon bureau	En Physique…1er jet canevas séquence

La ressource ne donne pas lie à une production. Archivage de la ressource (où ?)
Dans les papiers du chapitre (pochette de travail)

Partage de la ressource (avec qui, de quel intérêt, comment, à quel moment : après l'avoir rencontrée, retravaillée ou mise en œuvre). Cette ressource est organisée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Rencontre sur la ressource échangée (comment, à quel moment : après l'envoi ou la présentation de la ressource à d'autres, sa modification par d'autres ou sa mise en œuvre par d'autres)	Effets des retours sur la ressource	Commentaires
		Permet de garder trace des 1eres idées et de les faire évoluer	

Destination finale de la ressource (usage individuel, usage avec des élèves en classe, autres) (Physique/Chimie/Thèmes)
Usage individuel

Type d'activité menée avec la ressource	Quel thème/sous-thème (nouveau programme)	Quel contenu (Physique/Chimie)	Quelle compétence (Physique/Chimie/Thèmes)	Lieu de l'activité (Physique/Chimie/Thèmes)	Autres protagonistes	Commentaires
Activité de préparation		Physique	Physique	Physique		

Retour sur votre travail, sur votre pratique en classe (Physique/Chimie/Thèmes)
La séquence réalisée sera au final un peu différent de ce que je pensais à ce moment

Annexe 9.5. Extrait du journal de bord concernant les pochettes « Bunsen et Kirchhoff » et « Newton & Fraunhofer »

Date et lieu du recours aux ressources (doc papier, web, réunion, discussion collègue etc.) qui est organisée selon la discipline ou les Thèmes	Ressources utilisées organisées selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Durée de l'utilisation des ressources	Source de la ressource (répertoire personnel, web, collègues, autres) tirée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Objectif du recours à la ressource, le cas échéant pour (Physique/Chimie/Thèmes)
	Physique			

La ressource donne lieu à une production. Quoi ? en (Physique/Chimie/Thèmes)	Archivage (où ?)	Production individuelle/collective (avec qui ?leurs intérêts en Physique et/ou Chimie)	Lieu de la production (par exemple : laboratoire de SPC,…)
Synthèse élèves	Avec pochette	Collective	En classe

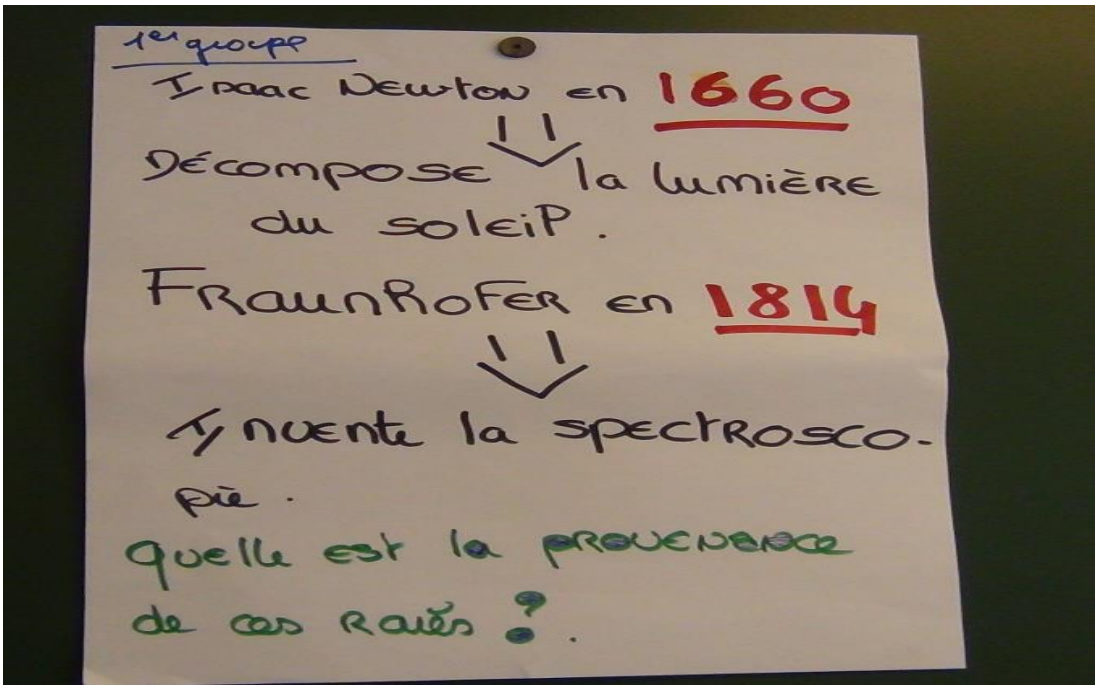
Partage de la ressource (avec qui, de quel intérêt, comment, à quel moment : après l'avoir rencontrée, retravaillée ou mise en œuvre). Cette ressource est organisée selon la discipline ou bien selon les Thèmes	Rencontre sur la ressource échangée (comment, à quel moment : après l'envoi ou la présentation de la ressource à d'autres, sa modification par d'autres ou sa mise en œuvre par d'autres)	Effets des retours sur la ressource	Commentaires
Physique			

Destination finale de la ressource (usage individuel, usage avec des élèves en classe, autres) (Physique/Chimie/Thèmes)
Usage avec des élèves en classe.

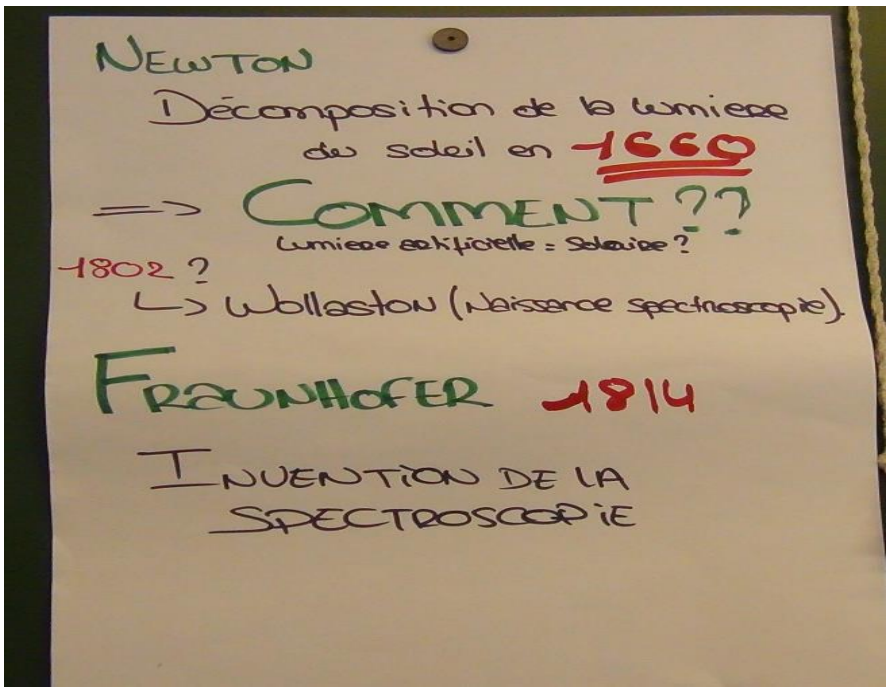
Type d'activité menée avec la ressource	Quel thème/sous-thème (nouveau programme)	Quel contenu (Physique/Chimie)	Quelle compétence (Physique/Chimie/Thèmes)	Lieu de l'activité (Physique/Chimie/Thèmes)	Autres protagonistes	Commentaires
Mise en œuvre en classe	spectro	Physique	Physique	Physique		

Annexe 10. Affiche des élèves observée dans l'observation de classe de Jean

Annexe 10.1. Affiche de groupe d'élèves (séance 4) qui travaille sur la pochette « Bunsen et Kirchhoff »



Annexe 10.2. Affiche de groupe d'élèves (séance 5) qui travaille sur la pochette « Bunsen et Kirchhoff »



Annexe 11. Transcription des entretiens avec le Professeur Philippe ; transcription des observations de classe

Annexe 11.1. Transcription de l'entretien général

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI), P désigne le professeur physique-chimie.

1I Bonjour, l'entretien comporte quatre parties. La première partie concerne l'histoire professionnelle, quelles études avez-vous suivi ? Comme Baccalauréat, école d'Ingénieurs, Licence, Maîtrise, Master, concours préparés, CAPES ou Agrégation. Et ma deuxième question, qui concerne les formations, à propos de la formation continue, combien de stages avez-vous suivi ces dernières années ou d'autres formes de formations continues ? Précisez quel type de formation, quelle thématique pour chacune. Je vous laisse remplir votre parcours professionnel et universitaire. Par exemple quel Baccalauréat, quelle série, quelle année ?

2P Ça, je peux vous donner mon CV. Je peux tout donner sous forme d'un CV, j'ai mon CV donc…

3I Oui.

4P Ce sera plus rapide.

5I D'accord bon…

6P Donc en fait bon, oralement, j'ai fait un Bac F6

7I Oui.

8P Après, j'ai fait une Licence, Licence… Euh, j'ai fait un DUT de Chimie à Lyon.

9I Oui.

10P Après, j'ai fait une Licence, Maîtrise à Lyon, DEA.

11I Oui.

12P J'ai fait un Doctorat de Chimie Organique Fine

13I Oui.

14P Et j'ai fait deux années de Post doc.

15I Oui.

16P Ensuite, j'ai travaillé en tant que Responsable Qualité dans une entreprise de 100 personnes

17I Oui.

18P Après, qu'est-ce que j'ai fait ? J'ai fait… J'étais Enseignant-remplaçant dans le secteur privé…

19I Oui.

20P Au niveau collège et lycée.

21I Oui.

22P Après, j'ai passé le CAPES en interne et en externe et j'ai réussi les deux et j'ai pris le CAPES externe. Et donc maintenant, je suis certifié.

23I D'accord.

24P Par rapport aux formations, donc la plus grande formation sur formation continue, c'est quand j'ai passé le CAPES.

25I D'accord.

26P C'était une bonne chose. C'est de remettre à plat toutes les connaissances.

27I D'accord.

28P Physique et Chimie, surtout Physique, sur… Pour réussir, pour préparer et réussir le CAPES. Les heures de formation, très peu, c'est en moyenne entre un et deux stages par an.

29I Oui.

30P Donc, il y a peu de formations, comment je me forme autrement ? Euh… En discutant avec les collègues.

31I Oui.

32P De temps en temps dans le Bup (Bulletin de l'union des professeurs de physique et de chimie).

33I Oui.

34P Euh… Aussi, je fais partie de… Donc je me forme aussi pas mal par moi-même parce que je fais quelques… J'interviens au niveau des classes Prépa pour faire des TP et… [00 :08 :29 des colles]. Euh… J'interviens aussi avec le groupe SESAMES, mené par Éric. Donc là, on propose des séquences pour les collègues, et là aussi, ça nécessite… C'est une sorte de formation continue, c'est du travail mais aussi ça… C'est un autre aspect de l'enseignement.

35I D'accord. Euh… Alors, depuis combien d'années enseignez-vous ? Et dans quelles classes ?

36P Euh… Cela doit faire environ 10 ans.

37I Oui.

38P Aussi bien… 5 ans en lycée, collège et là c'est plutôt en collège, en lycée je veux dire.

39I En lycée, d'accord. Et vous enseignez Secondes, Premières S et Terminales S ?

40P Oui. Cette année oui.

41I D'accord. Terminales S, c'est parce que… C'est,…

42P Je ne fais que le tronc commun.

43I D'accord oui. Euh… Pouvez-vous préciser votre intérêt relatif pour la Physique et la Chimie ? Plus près de la Chimie, si vous préférez cette discipline, plus près de la Physique dans le cas contraire.

44P Euh… C'est vrai qu'avant, je préférais bien la Chimie.

45I Par exemple, il y a une échelle ? Vous pouvez marquer… Oh là…

46P Par exemple, je vais faire 5 (intérêt relatif très fort) pour la Chimie.

47I Oui.

48P Et puis c'est passé de 3 (intérêt moyen) à 4 (intérêt fort). Voilà, il y a eu une migration au cours des années.

49I D'accord. D'abord, alors euh… C'était 5 (intérêt très fort) pour la Chimie ?

50P Oui, oui.

51I Et pour la Physique…

52P C'était 2 (intérêt faible) ou 3 (intérêt moyen).

53I Oui.

54P Puis maintenant, c'est 5 pour la Chimie et puis 4 pour la Physique.

55I Et pourquoi ?

56P Euh… Parce que c'est des concepts qui sont… Euh… Parce que c'est des choses que je dois pouvoir maîtriser, parce que je ne maîtrisais pas beaucoup la Physique, je suis Chimiste de formation.

57I Oui.

58P Et je crois qu'il y a des points que je ne maîtrisais pas au niveau de la Physique.

59I Oui.

60P Et le fait d'enseigner, j'ai dû le mettre au même niveau et ce qui me plaît plus, c'est le fait de passer une connaissance.

61I Oui.

62P Donc, que ce soit de la Physique ou de la Chimie après, c'est pas…

63I D'accord. Alors euh… À quel moment c'est apparu votre préférence pour la Chimie ?

64P Oh, depuis tout le temps.

65I Pour la Physique ?

66P Pour la Physique, c'est depuis ces quatre dernières années.

67I Oui.

68P Je veux dire, bon, maintenant… J'aime bien faire de la Physique maintenant.

69I Oui. C'est pourquoi ?

70P Je crois que c'est au niveau des connaissances. J'ai acquis euh… J'ai refait mon retard par rapport à la…

71I Oui.

72P A la Physique.

73I D'accord.

74P Je crois que c'est surtout ça.

75I D'accord.

76P Oui, j'ai toujours aimé faire de la Chimie.

77I Aimé, entre guillemets, pourquoi ?

78P Parce que c'est une Science expérimentale, parce que c'était… J'aime bien aussi la cuisine donc je vois beaucoup de rapports, c'est quelque chose qui était… Que je trouvais facile et il n'y a pas beaucoup de mathématiques.

79I Qu'est-ce que vous entendez par la cuisine ?

80P La cuisine, c'est par rapport à la maison, c'est… J'ai toujours comparé la cuisine avec la Chimie parce qu'il y a un mode opératoire, il y a des choses à faire, il y a des transformations voilà c'est…

81I D'accord oui. Et la Physique ?

82P La Physique, c'était surtout l'outil mathématique qui me gênait, au départ, quand j'étais étudiant. Donc après, ça s'est poursuivi. Quand j'ai commencé le métier, il y a toujours cet aspect mathématique qui me gênait maintenant, ça ne me gêne plus maintenant.

83I Et, qu'est-ce que vous entendez par aspect mathématique ?

84P C'est parce qu'on demande… Il y a beaucoup plus de formules, c'est beaucoup plus… Comment ça s'appelle ? Euh, il y a plus de rigueur, beaucoup plus de rigueur, c'est… Euh, il y a beaucoup plus de notions qu'il faut comprendre, qu'il faut apprendre.

85I Oui. La rigueur en quoi ?

86P Dans les formules à appliquer. Dans les… Euh… Toujours un monde assez abstrait, c'était… Avant, c'était vraiment très difficile la chimie euh, la Physique.

87I D'accord. Est-ce que votre intérêt pour la Chimie euh… Qui vous a conduit à choisir vos formations Chimiste entre guillemets ? Si oui pourquoi ? Si non pourquoi ?

88P Euh… Pourquoi j'ai fait de la Chimie ?

89I Oui.

90P Euh… Parce qu'en fait, je pense que j'étais… J'étais un élève euh… Assez moyen.

91I Oui.

92P Qui avait quelques… Bon, ça marchait bien, quelques difficultés en maths et c'est l'opportunité, quelqu'un qui m'a dit, tu peux faire de la Chimie, tu peux continuer. Je voulais continuer, donc je tenais à continuer et euh… J'ai fait un IUT de chimie. J'ai même fait… En fait, c'est une opportunité, parce que c'est quelqu'un… j'ai fait le Bac F6.

93I Oui.

94P C'est ce Bac-là qui m'a ouvert le… L'esprit à la Chimie. Avant, je ne connaissais pas.

95I Oui. Alors, c'est les mathématiques que vous n'avez jamais aimées ?

96P Un peu limité oui, oui. Par rapport à mon intérêt sur la Physique, je crois que c'est surtout les mathématiques.

97I D'accord oui. D'après vous, qu'est-ce que la Chimie ? Plus précisément, quelle est votre représentation de la Chimie ?

98P Euh… La Chimie… Qu'est-ce que la Chimie ? Pas facile comme question puis surtout… Euh… C'est toute une série de modèles qui permettent d'expliquer des transformations. Euh… C'est… Oui c'est ça, c'est ce qui permet d'expliquer ou de… Des transformations, voilà.

99I D'accord. Euh… Quels objets se donnent l'étude de la Chimie ?

100P Je n'ai pas compris la question.

101I Quels objets se donnent l'étude de la Chimie ?

102P Euh… Sincèrement, je ne comprends pas la question.

103I Alors, quels sont les objets de la Chimie ?

104P Ah, euh, alors l'objet…, c'est aussi bien au niveau microscopique que macroscopique, c'est aussi bien au niveau des molécules, molécules, des atomes.

105I Oui.

106P Que au niveau macroscopique, ce sera plutôt des euh, des solutions aqueuses, c'est entre guillemets ce que l'on pourrait appeler des produits chimiques.

107I Oui.

108P est-ce que j'ai répondu ?

109I Oui, oui.

110P D'accord.

111I Euh… Alors, moi je… J'ai une question euh… Comment situez-vous la Chimie sur les échelles : microscopique-macroscopique et concret-abstrait ?

112P Alors… Reformulez-là ?

113I Comment situez-vous la Chimie sur les échelles : microscopique-macroscopique et concret-abstrait ?

114P Oh euh… Microscopie, pour moi c'est donc tout ce qui est au niveau atomes, molécules, donc ça… Et macroscopie, c'est tout ce que l'on peut voir et euh… On manipule au niveau macroscopique et on peut donner des explications au niveau microscopique.

115I Oui.

116P Et euh… Pour moi il n'y en a aucun qui est abstrait. C'est tous les deux concrets. Je dirais pratiquement, c'est de la Chimie. Par rapport à ça, c'est euh… par rapport à ça, je voyais plus de concret dans la Chimie que dans la Physique, c'est pour ça que j'ai [rebondi] là-dessus.

117I D'accord oui. Euh… Quelles en sont les applications dans la société ?

118P Alors… je dirais, certains pourraient dire que la société, c'est la Chimie. Elle ne vit qu'avec la Chimie. Euh… Alors, c'est pour moi ou pour les élèves ?

119I Pour les élèves.

120P Alors, application dans la vie courante… Si, tout ce qu'il y a au niveau des dangers. C'est… Parce que l'on fait une étude sur les pictogrammes. On fait un peu sur les PH, parce qu'ils ont de temps en temps à utiliser la notion de PH notamment pour ceux qui ont des piscines. Euh… L'application immédiate ce n'est pas facile. Euh… Surtout par rapport au Spectre. Euh… C'est comprendre un tout petit peu, pourquoi on a un arc-en-ciel. C'est pas de la magie voilà, c'est montrer que rien n'est magique en fait. Tout peut s'expliquer ou tout peut… Tout à une explication. Voilà, concrètement pour les élèves, c'est difficile. Quand on leur demande de travailler sur la taille d'un atome.

121I Oui.

122P L'application concrète, je n'en vois pas.

123I D'accord. Et, que pensez-vous des méthodes qu'elle utilise ? Des problèmes qu'elle essaye de résoudre ? De l'image qu'elle a dans la société ?

124P Alors, c'est des démarches d'investigation, c'est ce que tu voulais dire ?

125I Non. Je n'ai pas de démarche d'investigation

126P Oui, donc [quelle ça dite] ?

127I Euh… Que pensez-vous des méthodes qu'elle utilise ? Des problèmes qu'elle essaye de résoudre ?

128P Mais qui ?

129I La Chimie.

130P Ah d'accord, ok.

131I De l'image qu'elle a dans la société ?

132P De l'image ?

133I Oui.

134P D'accord. Euh… Assez positive je pense. Peut-être de moins en moins positif.

135I Positif ? C'est-à-dire ?

136P Euh… Une bonne image. Mais je pense de moins en moins… plus on va de la Seconde à la terminale, je crois que c'est… Elle est de moins en moins bonne. On voit peut-être trop de notions à la fois. On ne va jamais à fond dans les sujets, donc je pense que c'est de moins en moins bonne.

137I D'accord oui. Alors… Et d'après vous, qu'est-ce que la Physique ? Quelle est votre représentation de la Physique ?

138P Euh… C'est un tout petit peu plus abstrait, quoi que… Quoi que… Non, c'est … euh… Pareil, cela permet d'expliquer certaines choses que l'on utilise mais c'est loin comme explication pour les élèves. Pour la lumière d'ailleurs, il y a quelques applications, pour mesurer une pièce, pour… Avec le laser euh… Mais autrement il y a quand même assez peu d'applications à gérer.

139I D'accord. Et quels objets se donnent l'étude de la Physique ?

140P Tout ce qui est en mouvement notamment. Donc là, on peut peut-être rapprocher par rapport aux radars. Donc, ça peut être une application euh… Après les applications directes, pas facile. Même

en Physique ce n'est pas… Comme on n'a pas trop… Un tout petit peu le GPS puisqu'on voit ça, mais ce n'est pas… c'est trop rapide pour que cela soit… Qu'il reste une trace dans les élèves.

141I Et… Alors ça, par rapport aux applications dans la société, que pensez-vous des méthodes que la Physique utilise ?

142P Lesquelles ? Quelle Physique en fait ? C'est au niveau de la recherche ?

143I Oui.

144P Penser des méthodes mais euh… Je pense, elles sont suffisamment efficaces pour pouvoir faire bouger le monde.

145I Oui.

146P Non mais là, c'est une question, je ne n'arrive pas à voir le pourquoi. Euh… les méthodes, elles sont appropriées par rapport à ce que l'on vit actuellement. Je ne sais pas, j'ai du mal là. Je ne vois pas ce que tu veux…

147I Alors euh, quelle image, la Physique elle a dans la société ?

148P je dirais, un petit peu plus euh… Un peu moins positive que la Chimie.

149I Un peu moins ?

150P Un peu moins que la Chimie.

151I Oui.

152P Mais alors là, c'est tout après… Sérieusement, je ne sais pas quelle image ont les élèves de la Physique. Sauf que, cela peut être un peu pénible, parce qu'il y a des mathématiques.

153I avec vos élèves… ?

154P Avec nos élèves, la Physique peut paraître un peu embêtante parce qu'il y a pas mal de calculs.

155I Oui.

156P Ils sont rebutés par les calculs.

157I Il n'y a pas mal de calculs en Physique ?

158P Oui.

159I Et en Chimie ?

160P Beaucoup moins.

161I Beaucoup moins ?

162P Beaucoup moins.

163I D'accord oui.

164P Même si c'est… On en fait de moins en moins en plus de calculs. On en fait de moins en moins.

165I D'accord. Pardon pour ces questions. Calcul, qu'est-ce que vous entendez par ce mot-là ?

166P utilisation d'une formule, utilisation d'une application numérique, utilisation de la calculatrice.

167I D'accord oui. Et comment situez-vous la Physique sur les échelles : microscopique-macroscopique et concret-abstrait ?

168P Euh… En fait j'y arrive… En fait, cela dépend des sujets que l'on enseigne. J'arrive… Moi, ça ne me pose pas de souci de faire une macro, une micro, interaction lumière… matière, lumière effectivement, on est dans la micro. Quand on fait de l'effet Doppler, quand on fait… Quand on est dans le, dans le macro. Par rapport aux étoiles, on passe bien du macro au micro. Le Spectre c'est une notion macro alors que le… L'absorption ou l'émission… Le Spectre d'émission ça peut être vu du niveau micro. Abstrait euh, concret euh… J'ai l'impression de temps en temps que la Physique est un peu plus abstraite que la Chimie.

169I Oui.

170P Mais je peux me tromper.

171I Oui. Et, abstrait en quoi ?

172P Très éloignée de la vie courante. Encore plus que la Chimie.

173I D'accord oui. D'accord. Euh… Quels sont les points communs et les points différents entre l'enseignement de la Physique et l'enseignement de la Chimie ?

174P Il y en a peu. Les modèles sont plus compliqués en Physique, il y a beaucoup plus de choses dans les modèles.

175I Oui.

176P A expliciter, donc les lois sont un peu différentes, donc faut passer plus de temps.

177I Oui.

178P Il faut passer plus de temps parce qu'il y a aussi le… L'aspect mathématique qui joue.

179I Oui.

180P Malheureusement c'est… Donc, faut prendre plus de précautions, faut… Ça, ça risque de poser problème.

181I Oui.

182P Et je pense qu'il y a beaucoup plus de relations en Physique qu'en Chimie. Beaucoup plus de relations entre les grandeurs. Il y a plus de grandeurs physiques en… À utiliser en Physique qu'en Chimie. En Chimie c'est quantité de matière, masse et à la rigueur après, on peut faire pas mal d'enseignement.

183I Oui.

184P Alors qu'en Physique il y a beaucoup de thèmes et dans chaque thème, il y a des grandeurs physiques spécifiques. D'un côté on a tout ce qui est par apport aux zones, après on a tout ce qui est par rapport à la mécanique cinématique, après aussi la mécanique quantique, on a des choses qui sont très très différentes, donc des grandeurs physiques qui sont différentes entre elles et donc ça fait… Ça en rajoute en plus. Et les modèles peuvent… Sont assez… Assez différents. Les modèles à utiliser.

185I D'accord.

186P Alors qu'en Chimie, ils sont assez voisins.

187I Qu'est-ce que vous entendez par voisins ?

188P Assez similaires donc… PH mètre, c'est charge de protons oxydo-réduction, c'est échange d'électrons.

189I Oui.

190P C'est quelque chose qui est assez voisin, qui n'est pas… ce n'est pas une nouvelle notion, il y a vraiment un changement. On passe facilement de ça, alors qu'en Physique, on peut passer du champ de pesanteur à… Alors qu'est-ce que l'on peut faire… À la lumière, l'interaction lumière, matière et là, c'est tout à fait différent. Surtout en Première S, où on passe une semaine.

191I D'accord. Alors, ce sont les points différents ?

192P Différents oui.

193I Et les points communs ?

194P Dans l'enseignement ?

195I Oui.

196P Euh… C'est des notions que l'on doit faire passer, j'utilise les mêmes méthodes sous forme d'activités euh… de temps en temps, on utilise les deux en même temps… À la fois, Physique et Chimie euh… Bon voilà euh… Pas facile à répondre comment on enseigne la Physique et la Chimie en même… Les points communs… Les activités vont être différentes mais les organisations du cours vont être les mêmes. Je ne vais pas adopter un plan très différent entre la Physique et la Chimie.

197I Et pourquoi vous ne trouvez pas de différence d'enseignement entre la Physique et la Chimie ?

198P Euh… Parce que j'ai adapté mon enseignement en fonction de la Physique et de la Chimie. J'essaye de faire des activités aussi bien avec… En Physique qu'en Chimie.

199I Oui. D'accord. Euh… Et par rapport à l'aspect expérimental ?

200P Oui.

201I Dans l'enseignement de la Physique, dans l'enseignement de la Chimie, comment vous trouvez cet aspect différent, commun ?

202P De toute façon, on manipule de moins en moins au lycée,

203I Oui.

204P Donc on pratiquement, on fait autant…

205I Vous manipulez…

206P De moins en moins.

207I Oui.

208P Donc on manipule pratiquement autant en Physique qu'en Chimie.

209I Oui.

210P C'est la folie non mais… En première S on n'a plus le temps de le faire, on a un…

211I Oui.

212P Donc on manipule beaucoup.

213I D'accord oui.

214P Par contre, les manipulations en Physique demandent beaucoup plus de matériel, donc c'est… Du matériel différent. En Chimie on peut tout faire, ça dans… Avec des ballons et tout ça alors qu'en Physique, c'est vraiment du matériel très différent. On n'étudie pas le mouvement d'un objet comme on étudie la… Comment ça s'appelle… Les ondes.

215I Oui.

216P Donc on est obligés de prendre des ultras sons de l'ordinateur.

217I Oui.

218P Donc là, par rapport à la Physique, l'enseignement est différent puisque l'on est vraiment obligé d'utiliser l'outil ordinateur, généralement.

219I Oui.

220P Ou des instruments de mesure qui soient spécifiques.

221I Oui. Et vous-même, vous pratiquez beaucoup plus en Physique ou en Chimie ?

222P En fonction du BO, c'est le BO qui décide en fait, entre guillemets. On nous dit de voir ces notions-là donc, on se répartit le temps puis… je dirais que malheureusement, je dois manipuler plus en physique maintenant.

223I Oui.

224P Parce que l'on n'a plus le temps, on n'a plus le temps de faire de la Chimie. Et puis les programmes s'y portent moins.

225I Pourquoi ?

226P Parce que l'on a moins d'heures d'enseignement avec la réforme.

227I Et ça, dans quelle classe, vous parlez…

228P Surtout en Première S, mais dans les autres classes, les autres niveaux aussi. Les préparateurs nous le disent de toute façon, vous faites moins de manipulations qu'avant.

229I D'accord. Pouvez-vous par un schéma, illustrer votre vision de l'enseignement de la Physique et de l'enseignement de la Chimie ainsi que les relations entre l'enseignement de la Physique et de l'enseignement de la Chimie ?

230P Waouh… Par un schéma ?

231I Oui. Je vous donne une feuille avec un stylo et là, je vous dis, comme il n'y a pas beaucoup de temps, j'ai justement posé des questions qui concernent la première partie. Et pour la deuxième, troisième, quatrième, ce sera la semaine prochaine.

232P D'accord.

233I Oui, ce sera mieux, parce que, il n'y a pas beaucoup de temps.

234P Non, non puis là, je cale, par rapport à l'image. Quelle image vous voulez… ? Quel schéma ?

235I D'accord. Alors, un schéma il illustre votre vision de l'enseignement de la Physique et de l'enseignement de la Chimie ainsi que les relations entre l'enseignement de la Physique et l'enseignement de la Chimie.

236P J'ai compris la question, mais je ne sais pas…

237I Oui.

238P Je ne visualise pas la chose. C'est quelque chose que je n'arrive pas à faire ça.

239I Ce sont les choses que vous m'avez racontées. Il y a l'enseignement de la Physique, il y a l'enseignement de la Chimie, il y a des choses

240P Oui mais… J'ai bien… Et je ne sais pas le mettre en œuvre. C'est quelque chose qui me… Je n'arrive pas à mettre des cases ou des ronds ou ce que l'on veut d'ailleurs. Là, je suis sec là. Et puis je n'arrive pas à… À voir ce que je peux mettre dedans. Je peux dire par rapport à des mots, mais après, le représenter c'est… C'est quelque chose que je n'arrive pas à faire en plus. Là, aussi bien… ce n'est pas une notion, ce n'est pas… Non, je suis sec là.

241I Essayez, ce n'est pas…

242P Non, là je suis out là. Et euh… Non, non, je ne vais pas y arriver, c'est… Je n'arrive vraiment pas à avoir d'image. Donc à faire un schéma par rapport, même par rapport aux dernières réactions, par rapport… Pratiquement, c'est un peu la même chose, c'est euh… Non, là je bloque là.

243I D'accord … Là maintenant… Alors, pouvez-vous sur une telle échelle, situer votre intérêt relatif pour l'enseignement de la physique et pour l'enseignement de la Chimie ? Plus près de l'enseignement de la Physique, si vous préférez l'enseignement de cette discipline ou plus près de l'enseignement de la Chimie, dans le cas contraire ? Lorsque vous étiez débutant, expérimenté, avant et après le changement, quelles sont les raisons de vos préférences dans chaque situation ?

244P Débutant, c'est-à-dire ?

245I Débutant, quand vous avez commencé à enseigner la Physique et la Chimie.

246I Là, je vais faire ceci et là, je vais faire une petite préférence ici (il entoure le chiffre).

247I Alors euh… Quelles sont les raisons pour chaque situation ?

248P Ba, c'est tout ce que l'on a dit tout à l'heure donc, les raisons c'est euh… C'est au niveau des connaissances.

249I Euh, si on peut dire, par exemple vous avez commencé avant 10 ans, c'est à partir de 2003 à peu près.

250P À peu près oui. Mais je crois que c'est au niveau des connaissances.

251I Oui.

252P J'avais beaucoup plus de connaissances euh… En Chimie qu'en Physique.

253I Oui, d'accord.

254P Donc il y avait ce grand mur-là, qui était là et on ne peut enseigner que quelque chose que l'on maîtrise.

255I D'accord oui.

256P Donc, comme je ne maîtrisais pas beaucoup, donc je n'aimais pas tellement.

257I D'accord, oui.

258P Bon voilà, c'est euh… Je pense que c'est ça.

259I D'accord. Et au fur et à mesure euh…

260P Au fur et à mesure, il y a eu la du CAPES, il y a eu aussi le fait que j'avais…

261I Le CAPES, vous avez passé le CAPES quand ?

262P Il y a 5 ans.

263I Il y a 5 ans.

264P Oui. Il y a ça, et puis après il y a le travail ici au sein de l'établissement où l'on a une bonne équipe avec qui on discute, avec qui on… Au niveau des connaissances on progresse puisque l'on… Notamment avec (Éric et Nadia), donc on arrive à progresser comme ça et le delta de connaissances entre la Physique et la chimie s'amenuise.

265I Oui.

266P Euh, et l'intérêt pour la Physique et la Chimie s'amenuise aussi. Donc après… En plus on ne fait pas de la Physique extraordinaire, il y a beaucoup de calculs, en plus il y a cet aspect-là où les mathématiques sont moins importantes et c'est des idées qui sont plus faciles à faire passer aux élèves. Non là, il y a deux… À la rigueur ce que l'on aurait pu faire, c'est faire ceci, avant il y avait voilà… Ici, avant le programme.

267I Oui.

268P Et puis maintenant c'est plus vers le zéro, voilà. Entre.

269I Avant le changement de programme, après le changement, le zéro.

270P Oui.

271I Pourquoi ?

272P Parce qu'il y a moins… Il y a moins l'aspect mathématique qui embête les élèves.

273I Oui.

274P Donc, c'est une difficulté en moins à faire passer.

275I Oui, mais vous m'avez dit que vous utilisez les activités depuis à peu près 10 ans, avant le changement de programme.

276P Oui. Là, c'est donc la manière de faire, mais sur les difficultés des mathématiques, elle reste importante.

277I Oui.

278P Pour les élèves.

279I Oui.

280P Et donc là, comme on leur demande moins de mathématiques c'est malheureusement ou…

281I Moins de mathématiques en Physique ou en Chimie ?

282P Même en Chimie.

283I Même en Chimie.

284P Même en Chimie. On ne leur demande presque plus rien, plus de… Pratiquement plus rien à calculer.

285I Oui.

286P Donc, je ne sais pas si c'est mieux ou pas, mais c'est un fait et puis après…

287I D'accord. Et avant, par exemple, d'expérimenter… Après le CAPES…

288P Ah, après le CAPES ?

289I De quatre…

290P Si c'est avant et après, donc en fait avant et après c'est ça. Voilà. Si c'est, début c'est CAPES, avant le CAPES…

291I Avant le CAPES oui.

292P Et après le CAPES c'est comme ça.

293I Oui.

294P D'accord.

295I Quatre quatre.

296P Oui.

297 Oui, d'accord.

298P Oui. Parce que le CAPES c'est un… On a acquis… C'est l'acquisition d'un niveau pour passer un diplôme, donc j'ai beaucoup plus travaillé la Physique parce que mon delta était plus important mais je prenais plus de plaisir à faire de la Chimie. Parce que c'est un savoir à maîtriser.

299I D'accord oui. Alors, dans la pratique de TP dans votre établissement, préférez-vous les TP de Chimie ou les TP de Physique ?

300P Un petit peu plus les activités expérimentales de Chimie, mais dire plus, ce n'est pas… Comme ça ne va pas chercher loin, c'est pas… ce n'est pas le plus intéressant.

301I Et justement, pourquoi les activités ou vous préférez les activités en Chimie, beaucoup plus… Comme vous avez passé le CAPES… ?

302P Parce que je suis mes informations, je suis mes informations. Oui, c'est ça, je suis beaucoup, beaucoup plus à l'aise en Chimie.

303I Oui.

304P Dès qu'il m'arrive un pépin, je sais exactement comment réagir, à peu près.

305I D'accord.

306P En Physique, il faut mettre un peu plus de réflexion et puis cela dépend aussi du matériel. On n'a pas… On est toujours bloqué par le matériel aussi, en Physique. Alors qu'en Chimie, c'est les solutions, c'est moins dramatique.

307I D'accord. Moi, j'ai fini la première partie et vous n'avez pas accepté de dessiner un schéma, je vais vous montrer…

308P Non, ce n'est pas le fait que je n'ai pas accepté, c'est le fait que je ne pouvais pas. J'ai essayé. Non, non mais c'est…

309I D'accord oui.

310P C'est quelque chose qui n'est pas facile et puis je n'ai pas réussi, ce n'est pas le fait que je n'ai pas accepté.

311I D'accord oui. Parce que moi, la prochaine fois, j'aurai aussi des questions concernant des schémas et j'aimerais bien que vous… Vous dessiniez, vous essayiez…

312P Je vais essayer oui.

313I Oui, vous essayez.

314P Oui effectivement c'est… Je vais essayer.

315I : Merci.

Annexe 11.2. Transcription de l'entretien précédant l'observation de classe

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI), P désigne le professeur physique-chimie.

1I Bonjour, la semaine dernière, nous avons parlé votre intérêt disciplinaire et de votre intérêt pour l'enseignement de la Physique et pour l'enseignement de la Chimie

2P Oui.

3I Et maintenant, je vais continuer l'entretien en parlant sur des ressources pour l'enseignement de la Physique et des ressources pour l'enseignement de la Chimie.

4P D'accord. Toujours au niveau Seconde ?

5I Au niveau ?

6P De la Seconde ?

7I De la Seconde et on va parler des ressources pour l'enseignement de spectrophotométrie en Première S.

8P D'accord, ok.

9I Oui. **Comment organisiez-vous vos ressources d'enseignement avant 2010 ? Ressources c'est-à-dire Manuels, logiciels, fichiers TP, cours, etc. et comment organisez-vous vos ressources d'enseignement depuis 2010 ? Est-ce que c'est dans la discipline Physique, Chimie, les entrées thématiques, les TP, les cours ou autres ?**

10P Euh… Pourquoi 2010 ?

11I C'est par rapport au changement de programme …

12P D'accord.

13I Dans la classe de Seconde.

14P Ok d'accord. Euh… Donc, ah oui, en Seconde euh… Déjà, le point de départ c'est le bulletin officiel.

15I Oui.

16P Ce sont les compétences exigibles.

17I Oui.

18P Euh… Donc l'organisation ah !

19I L'organisation.

20P L'organisation au niveau de la… Avant, on utilisait pas mal le livre.

21I Oui.

22P Et maintenant, on n'utilise plus les livres du tout, [en paire 03 :27]

23I Oui.

24P Par rapport… les ressources que j'ai beaucoup utilisé avant le programme, ce sont les ressources données par le groupe SESAMES de Lyon.

25I Oui euh… Ma question c'est vous, comment vous organisez vos ressources ? Selon les disciplines, Physique, Chimie, selon les entrées thématiques, selon les cours Physique, Chimie ? ou…

26P Justement je… Donc ici par rapport à l'organisation, c'est la même organisation que ce soit en Physique ou en Chimie, c'est exactement pareil, je ne fais pas de différence.

27I D'accord.

28P C'est… Donc, quelles sont les ressources que j'ai ? J'ai donc le groupe SESAMES.

29I Oui.

30P J'ai donc le livre, avant, pour avant 2010.

31I Oui.

32P Et aussi tout mon passé de… Toutes les activités que j'avais faites avant, en 2010. Souvent, je réutilisais les mêmes activités en les complétant ou en les modifiant un tout petit peu, en fonction du retour des élèves.

33I Oui.

34P Et de temps en temps, j'ai besoin d'aller vérifier quelque chose donc, de temps en temps, je fais un petit coup d'internet. J'essaye de trouver ce que proposaient des collègues ou par rapport à la littérature et de changer un tout petit peu. Euh… Est-ce que j'ai répondu ?

35I Euh…

36P Il ne me semble pas.

37I Et là, par exemple, sur votre ordinateur, il y a des fichiers qui concernent le groupe SESAMES. Comment euh… Vos ressources euh…sont organisées ?

38P En fait euh…

39I Comme discipline, alors des ressources pour la classe de Seconde pour la Physique, pour la classe de Seconde, des ressources pour la Chimie, C'est comme ça ou…

40P Non, non, ce n'est pas, moi… Que pour la classe de Seconde à la rigueur, je ne fais pas de… Par rapport à mes ressources, je ne fais pas de différence entre la Physique ou la Chimie. À la rigueur, si je veux avoir un complément… Si je veux avoir des spectres par exemple, je mets un petit dossier où c'est marqué spectre et là-dedans, je mets mes spectres.

41I Oui.

42P Référence à un chapitre mais, en aucun cas… Je ne fais pas une division Physique, Chimie. Pour moi c'est un tout, ce n'est pas… C'est la même chose.

43I D'accord oui. Et C'est comme ça pour toutes les classes ?

44P Oui. C'est comme ça pour toutes les classes.

45I Euh… Comme un chapitre…

46P Un chapitre par exemple, en fait j'ai tout mon… J'ai mon fichier par exemple… J'ai tous mes fichiers de cours.

47I Oui.

48P Et de temps en temps j'ai un… Qui sont mis par dossiers de notions, par exemple les ondes, il y a trois dossiers donc, j'ai mes fichiers et dedans, j'ai mes ressources, par exemple, l'effet doppler, j'ai certains enregistrements qui sont effet doppler dedans. Donc voilà, c'est plutôt par chapitres.

49I D'accord oui.

50P Et généralement dans mes fichiers, quand j'ai besoin d'une… Par rapport à l'organisation, dans mon fichier Word de cours, je mets de temps en temps mes références de mes… Des sites internet que j'ai été voir ou le document. Je le mets directement dans mon fichier, comme ça quand j'ouvre mon fichier donc, par exemple, le chapitre C4, je sais exactement… Je vais voir la fin du fichier et il y a certains compléments.

51I Et, alors, quelles ressources utilisiez-vous dans l'ancien programme, pour la classe de Seconde et Première S, pour l'enseignement de la Physique ? Plus particulièrement pour l'enseignement du spectre en Seconde ?

52P Alors, quelles sont les ressources que j'ai beaucoup utilisées ? C'est d'abord les livres, d'abord une ressource documentaire, ce sont les livres.

53I Les manuels scolaires ?.

54P Les manuels scolaires.

55I Par exemple, quel manuel ?

56P Hatier, C'est Hatier. C'est vraiment le livre, donc d'une part ceci, d'autre part je… De temps en temps internet pour avoir des spectres.

57I Oui.

58P Soit j'allais dans Wikipédia.

59I Oui.

60P Et aussi ce que proposait le groupe SESAMES.

61I D'accord.

62P Donc c'était mes trois sources importantes.

63I Alors, les manuels scolaires comme Hatier

64P Comme Hatier.

65I L'ancienne version.

66P L'ancienne version. Oui, puisque, avant 2010.

67I Avant 2010.

68P Avant 2010.

69I D'accord oui. Alors, vous êtes intégré dans le groupe SESAMES à partir de quelle année ?

70P Il y a 3 ans.

71I Il y a 3 ans. Alors, avec le changement de programme, c'est lors du changement de programme ?

72P Oui, c'était ça. Oui, c'était ça. Un petit peu avant mais euh… J'ai toujours utilisé en fait quand j'ai commencé mon enseignement, j'ai toujours utilisé le groupe comme ressource, le groupe SESAMES. Là, c'était une caractéristique et je ne sais pas faire autrement.

73I D'accord oui. Euh…

74P Et ça a été déjà une grosse source documentaire.

75I Oui. D'accord oui. Ces ressources ont-elles évoluées avec le changement de programme depuis 2010 ?

76P Oui, oui, parce que d'une part, le groupe SESAMES ne proposait pas tout parce qu'on n'a pas eu le temps de tout faire, de tout proposer.

77I Oui.

78P Donc on… Donc on a dû, chacun d'entre nous, bâtir des chapitres. Alors, en Seconde, c'est un petit peu différent puisqu'il y a certains chapitres qui se ressemblent beaucoup avec l'ancien programme, donc on a reproché. Donc, la ressource pour 2010, pour le programme de Seconde, ça a été ce que l'on avait fait les années précédentes.

79I Oui.

80P Ça a été aussi un travail de ressources euh… disciplinaires… par équipe. Quand on a travaillé sur ce nouveau programme, on a été pratiquement trois enseignants à travailler dessus.

81I Oui.

82P Donc à faire des expériences, donc chacun amenait ce qu'il connaissait.

83I Oui.

84P Ressources aussi documentaires, c'était ce que proposait internet, il y a des collègues qui mettaient de temps en temps des travaux pratiques, des TP, des activités expérimentales donc on allait voir si on pouvait les adapter.

85I Oui. D'accord oui. Et…

86P Et de temps en temps, c'était rare, on n'a pratiquement jamais pris le livre comme point de départ

87I Pourquoi ces changements-là ? C'est par rapport au changement de programme ou…

88P Oui, c'est par rapport au changement de programme, oui puisque… Et parce qu'il n'y avait aucun document d'accompagnement de… fait par l'Éducation Nationale. C'est une grande nouveauté par rapport à avant, où avant il y avait un document d'accompagnement ou il y avait… C'était beaucoup plus clair. Donc on a fait des choix, c'est vrai qu'il y avait certaines parties, on n'avait plus le temps de les faire.

89I Et c'était par rapport aux entrées thématiques, à la démarche d'investigation ?

90P Oui, c'est vrai, c'est… Entrée thématique, on n'y croit pas trop. Le fait de parler de la santé, de parler de l'Univers, c'est du flan. C'est un peu l'habillage. Ce n'est pas ce qui est le plus important à notre avis, parce que l'on est plusieurs à penser comme ça aussi. Donc, on le fait parce que c'est

dans le BO mais bon, euh… Ce n'est pas le plus important et la démarche d'investigation, ça demande énormément de temps si on veut bien la faire. Donc on en fait certaines fois mais euh… Ça fait perdre beaucoup de temps et les élèves ne font pas, ne font pas… On ne peut pas les mettre dans un rôle de Chercheur, ce n'est pas possible.

91I D'accord oui. Et quelles sont les nouvelles ressources pour l'enseignement de la Physique ? Plus particulièrement pour l'enseignement du spectre en Seconde ?

92P Nouvelles ressources euh… je ne vois pas trop. Alors si, quand même euh… Via internet, vous pouvez avoir des spectres, des spectres que l'on n'aurait pas pu avoir avant. Je pense que le fait de… La disponibilité de certains spectres pour le cours oui, je crois que c'est la principale source.

93I Vous parlez de quel spectre ?

94P Le spectre d'étoiles ou de… pour donner des exemples.

95I Oui. D'accord oui. Alors euh… Quelles ressources utilisiez-vous dans l'ancien programme, pour l'enseignement de la Chimie ?

96P C'est… Pareil. Cela va être la même réponse. Que ce soit Physique ou Chimie, je ne voyais pas de différence. C'est le groupe SESAMES et puis le euh… Et puis peut-être aussi les cours des… Puisque l'on travaille en équipe, de l'équipe en fait, de voir ce qu'ils ont proposé. Mais moi, je ne vois pas de différence.

97I Par exemple, pour l'enseignement du spectre en Seconde, pour l'enseignement de la spectrophotométrie actuellement en Première S, vous ne voyez pas de différence entre…

98P Type de ressource ? Non. En type de ressource non. Il y a un petit peu les livres bons… Il y a euh… Il y a pas mal, par rapport aux Premières, il y a peut-être pas mal de spectres obtenus sur internet parce que je sais à peu près de quoi je parle, donc je peux avoir plus de liberté, je sais vraiment ce que je cherche. Alors que donc, je ne suis pas obligé de réaliser les TP des collègues, donc je sais à peu près ce que je veux faire, si euh… Donc là, c'est les ressources principales, c'est la ressource à mon avis, c'est type Google, je veux ça voilà, comment je peux arriver à faire ça.

99I D'accord. Alors euh… Quelles sont les ressources produites pour les élèves ? Dans l'enseignement de la Chimie et… pour l'enseignement de la Physique ?

100P La Physique c'est pareil. C'est sous forme de cours, alors il y a deux ressources, j'espère que je réponds bien. D'abord, il y a le modèle.

101I Oui.

102P Et les activités qu'ils ont à faire, voilà.

103I Un modèle, c'est-à-dire ?

104P Un modèle c'est une partie de la théorie, une partie du cours, c'est une partie…

105I Oui.

106P Et donc, leur job à eux, c'est de… On a des activités, c'est de trouver la réponse des activités en s'aidant du modèle. De façon à ce qu'ils arrivent à bien comprendre le modèle.

107I D'accord.

108P Je n'ai pas de cours. Je ne leur fais pas copier un cours. C'est sous forme d'un… Généralement, c'est un papier coloré et ils n'ont plus qu'à coller.

109I D'accord oui. Puis… Je pose cette question. Quelles sont les nouvelles ressources pour l'enseignement de la Chimie ? …

110P Pour la Chimie, pareil, en fait c'est… Attends, repose-moi la question.

111I Quelles sont les nouvelles ressources pour l'enseignement de la Chimie, plus particulièrement pour l'enseignement de la spectrophotométrie en 1S ?

112P Que je donne aux élèves ?

113I Oui. Pour vous, vous-même, et pour les élèves.

114P Euh… Pareil qu'en Physique. Il y a de temps en temps… Si, il y a une toute petite évolution, on arrive à trouver des… Ah, j'ai perdu le nom. Des logiciels qui vous montrent les applications.

115I Oui.

116P Donc voilà, c'est… Par rapport à avant…

117I Oui, c'est en Physique ?

118P En Physique et en Chimie.

119I En Physique et en Chimie ?

120P Oui.

121I Et comment s'appelle ce logiciel ?

122P C'est des… Ah, c'est une sorte de démo et ces démos c'est des… Je te le retrouverai tout à l'heure. Je n'ai plus le mot là.

123I D'accord, je signale. Et ce logiciel, il est…

124P Non, c'est des démos de… Par rapport aux… Ah, ça s'appelle comment ces logiciels ? Ce sont des logiciels qui vous permettent de vérifier une loi en disant voilà euh… C'est un logiciel qui a été fait à partir des lois et puis qui montre aux élèves voilà, comment ça se passe.

125I Oui.

126P C'est une sorte d'application. C'est l'application du modèle.

127I D'accord.

128P Et ça s'appelle un… Non, je ne vais pas le retrouver. Bon, je te le retrouverai tout à l'heure.

129I D'accord. **La semaine dernière, vous m'avez dit par rapport au niveau programme, il y a moins de formules mathématiques en Physique et en Chimie. Et là, par rapport à vos ressources, vous ne voyez pas de différence avant le changement de programme et après le changement de programme par rapport à ce point-là ?**

130P Non, parce que par rapport au spectre, il y a peu de calculs.

131I Oui.

132P Déjà euh… Déjà, dans l'ancien programme, on n'avait pas tellement de calculs.

133I Je parle de manière générale d'abord.

134P D'accord.

135I De l'enseignement de la Physique.

136P Par rapport aux ressources… Non, il n'y a pas eu de changement. On leur demande moins d'exercices avec des formules, ça c'est clair. Donc là, ça change un peu mais bon euh… Mais par rapport aux types de ressources que l'on a, non c'est pas… Il y a peu de changement.

137I D'accord. Euh… **Quelles sont les ressources que vous jugez les plus importantes pour organiser votre enseignement en Physique ?**

138P Je dirais c'est les… Ce sont les ressources communes. C'est-à-dire les ressources que l'on peut mettre en commun avec les collègues, notamment quand on aborde un nouveau cours, c'est le fait de pouvoir discuter ces ressources, la pertinence de ces ressources, pas seulement quand tu es seul mais en équipe.

139I Oui.

140P Euh… Après, ce qui est pertinent euh… C'est l'adéquation quand c'est possible… La bonne équation entre ce que demandent le BO et ce qui est proposé sur internet. Faut pas que ce soit trop élevé, que ce ne soit pas trop simple.

141I Oui.

142P La pertinence, c'est aussi par rapport à mon vécu, par rapport à ce que je veux dire… et il faut que cela soit le plus rigoureux possible.

143I Quelles sont vos ressources les plus utilisées en Physique ?

144P En Physique euh… Actuellement euh… En Première et en Seconde, c'est souvent les cours précédents que j'avais faits.

145I Oui.

146P Euh… Plus, en fait le… Plus internet en fonction de certains TP de collègues, donc ça m'inspire pas mal le TP de collègue pour voir ce qu'ils font. En Terminale S, c'est souvent des ressources communes et c'est important parce que là on bâtit les séances ensemble et donc là, les [annuaires 18 :31] viennent vraiment… Les ressources viennent de trois personnes différentes. Les miennes pratiquement, elles viennent de… Plutôt de chimie parce que je suis Chimiste de formation et là, ça vient principalement d'internet et de sites spécialisés, par rapport à une question que l'on se pose, par rapport par exemple à la RMN, on a une base de données, typiquement, RMN ou infrarouges. Donc là, on concentre plus l'information.

147I D'accord. **Puis celles, c'est-à-dire les ressources, importantes à utiliser dans le cas du spectre en Seconde ? Les plus utilisées et les plus importantes.**

148P Euh… les plus utilisées, celles que l'on va utiliser, c'est pratiquement celles que l'on va… Ça va être les ressources… Est-ce qu'une ressource expérimentale est une ressource ? C'est-à-dire que les spectres qui vont… C'est une question que je pose, c'est… *Est-ce que… Alors, les… Certains spectres que je vais donner, ce sont les spectres que j'ai faits moi-même*.

149I Oui.

150P Donc, c'est une ressource pour moi.

151I Oui.

152P Est-ce que ça, c'est…

153I Oui, oui. Vous avez fait des spectres ?

154P J'ai fait des expériences et euh… Et je m'en sers comme ressource c'est-à-dire, voilà ce que l'on a.

155I Ah d'accord. Et vous avez fait des dessins sur…

156P Alors soit… Je ne sais pas encore comment je vais faire cette année. Soit je vais les imprimer ou soit, à la rigueur, je vais leur demander de reproduire.

157I D'accord oui. Et quelles sont les ressources que vous jugez les plus importantes pour organiser votre enseignement en Chimie ?

158P Euh… Pour organiser ma…

159I Je vous rappelle, les ressources, c'est un cours, un TP

160P Oui, non mais…

161I Réunions, discussions,… c'est tout.

162P Alors voilà, dans les trois niveaux, le plus important, c'est la discussion.

163I Discussion.

164P Ah oui, notamment dans les programmes, c'est la discussion et le Bulletin Officiel.

165I Oui.

166P Le Bulletin Officiel, de façon à pouvoir bien organiser, on voit l'importance, si on répond bien à ce que demande le BO.

167I Oui.

168P Donc là, ça c'est des ressources importantes euh… Primordiales.

169I Oui, d'accord. Et pourquoi la d'abord discussion et après le Bulletin Officiel ?

170P Non mais ça, en fait c'est un… On discute par rapport au Bulletin, par rapport… En fait, tous nos cours sont quand même centrés par rapport à la demande du Bulletin Officiel.

171I D'accord.

172P Et après, on est plus ou moins limites, on est plus ou moins… C'est une question d'interprétation. Et en plus, il n'y a pas cette année, de document d'accompagnement.

173I Je vais parler de tout ça sur les discussions en groupe SESAMES, ce sera dans une autre partie.

174P D'accord.

175I Quelles sont vos ressources les plus utilisées et les plus importantes pour l'enseignement de la spectrophotométrie ?

176P Sur certains sites du type CNRS, on arrive à avoir des spectres d'étoiles.

177I Oui.

178P Donc euh… Donc là, on pourrait donner des exemples.

179I Oui. C'est le spectre des étoiles c'est comme en Seconde ou c'est…

180P C'est pour le niveau Seconde ou pas ?

181I Non, c'est… La spectrophotométrie en Première S.

182P Ah, Première S, excusez-moi. En Première S il y en a peu, la plus importante, c'est des collègues qui ont fait le… Les mêmes activités expérimentales et pour voir ce qu'ils ont obtenu eux, comme on n'a pas tous les mêmes moyens d'analyse. Donc Voilà, c'est surtout ça comme ressource. C'est les ressources de collègues qui ont fait un TP similaire.

183I D'accord. Et par rapport aux ressources produites aux élèves, vous voyez des différences entre le spectre et la spectrophotométrie ?

184P Alors, généralement, si euh… Comme on ne peut pas avoir un spectrophotomètre par personnes donc, j'utilise par exemple le spectre… Pour le sirop de menthe, il y a deux colorants, j'ai utilisé le spectre… J'ai montré rapidement ce que cela donnait avec le nôtre et j'ai donné comme ressource, le spectre que j'avais trouvé sur internet, qui était de meilleure qualité que… Au niveau de la présentation, il y avait tout ce que je voulais. Alors qu'avec le nôtre que l'on avait, on ne pouvait pas obtenir cette présentation-là, ou ça nous demandait trop de temps. Donc voilà, c'est un type d'utilisation. Parce qu'ils avaient mis en forme exactement comme je voulais, et je pouvais l'utiliser comme ça, assis.

185I D'accord. À votre avis, quels sont les éléments qui ont influencé le développement de vos ressources et vos pratiques en Physique et vos ressources et vos pratiques en Chimie depuis 2010 ?

186P Euh… C'est la… Qu'est-ce qui a… C'est le fait d'être beaucoup plus, moins cadré au niveau du Bulletin Officiel d'une part, parce que l'on avait plus de questions par rapport à l'interprétation donc on ne pouvait pas, on avait plus de liberté entre guillemets et d'autre part, le développement d'internet et aussi, aussi, aussi le développement des notions, du nombre de notions à aborder en classe.

187I C'est-à-dire ?

188P C'est-à-dire que l'on a moins de possibilité d'aller en profondeur, on doit faire le maximum de choses en peu de temps alors qu'avant, on prenait plus son temps, on s'attardait sur une notion, une, deux ou trois semaines. Maintenant, pratiquement, ce n'est plus possible. Il faut tout faire en même temps. Il faut tout faire, c'est un chapitre… On change de chapitre chaque semaine.

189I Et là, par rapport à vos ressources, vous ne voyez pas…

190P Ici, par rapport aux ressources, il y a… On a besoin de moins rentrer dans le détail. Donc, des ressources… On a besoin de moins de ressources par chapitre puisque l'on rentre moins dans le détail. Donc c'est pour ça que le livre, de temps en temps, peut être suffisant puisqu'il nous donne rapidement ce que l'on cherche.

191I D'accord oui. Dans le cadre d'un échange scolaire, vous partez à l'étranger un an, un sosie vous remplace. Vous devez lui expliquer comment sont rangées, organisées, structurées, toutes les ressources (fichiers papiers, numériques) que vous avez constituées pour développer les différentes activités liées à votre enseignement du spectre. J**e voudrais voir vos ressources. Quelles sont les ressources que vous mobilisez pour introduire les séances de spectre ?**

192P Je vais seulement utiliser le spectrophotomètre, non le spectro… Attends, je vais te faire voir. J'aurais presque pu te l'imprimer. Comme ce n'est pas la version définitive. Je te passerai la version définitive.

193I Oui, oui. En tout cas, moi je voudrais…

194P Ce que je donne aux élèves.

195I Oui et même vos ressources vous-même.

196P Alors, je t'enverrai ça sous forme d'un fichier Word si tu veux.

197I Oui.

198P Donc là, généralement… Hop, lumière, spectre… Donc ici, dans la première partie par exemple, ici ça va être mon… le modèle.

199I Oui.

200P Donc là, c'est toute la théorie.

201I Oui.

202P Voilà.

203I Et c'est vous-même qui appelez ça un modèle ou vous avez…

204P Non, ça c'est une dénomination du groupe SESAMES. C'est donc le modèle, c'est une partie de la théorie. Voilà, c'est ici s'ils ont besoin d'avoir une information sur une question, sur un point… Du point de vue de la Physique, ils auront la réponse ici (ils : ce sont les élèves).

205I D'accord oui.

206P Donc ça permet de bien comprendre ce que l'on a voulu dire parce que si tu lis seulement un cours ou un modèle, ce n'est pas facile. Il faut rentrer dedans. Donc ici, ça permet de bien… Ah oui c'est vrai, on a vu ça dans cette activité-là, voilà ce que ça veut dire.

207I D'accord.

208P Voilà ce qui doit…

209I Oui, d'accord.

210P Alors ici, dans mes organisations, donc j'ai normalement bon… Le titre, il y a aussi les compétences de Seconde, ce que demande le Bulletin Officiel

211I D'accord oui.

212P Et là, avec un spectroscope voilà. Spectroscope. C'est une boîte en carton.

213I oui.

214P Il y a un réseau.

215I Oui, oui.

216P Et en fait, ils voient la décomposition… Ils voient le spectre lumineux…

217I Oui.

218P Avec, soit une échelle entre 400 et 800 nanomètres, voilà.

219I Oui.

220P Ça, c'est la ressource, pratiquement principale.

221I D'accord oui.

222P Donc soit ça, soit je peux utiliser ce système-là (il mentionne au spectroscope de Kirchhoff).

223I Oui, d'accord oui.

224P Après c'est tout. Comme ressource, à la rigueur, je peux… de temps en temps je mets des images mais je n'ai pas besoin de plus.

225I D'accord oui.

226P Parce qu'à partir de là on peut tout faire, puisque je dois avoir une lampe à vapeur de mercure, à vapeur de sodium,

227I Oui.

228P Je vais avoir les néons,

229I Oui.

230P Donc voilà c'est…

231I Différents types de ressources.

232P Différents types de ressources. Mais c'est des ressources, à la rigueur, que l'on peut appeler *expérimentales*.

233I Oui. D'accord oui.

234P Voilà, le spectroscope c'est ceci, ils examinent l'influence de la température d'une lampe.

235I Oui.

236P Quel est le type de spectre obtenu.

237I Oui.

238P Après, il n'y a pas grand-chose comme… Que je leur donne. Bon, je leur donne des activités puis… Et là si, par exemple pour avoir les températures des…

239I Par rapport à l'activité expérimentale… Le type de démarche utilisée, démarche classique, démarche d'investigation ou d'autres ?

240P Alors, démarche d'investigation c'est toujours un peu délicat parce qu'ils ne connaissent rien, pas grand-chose,

241I Oui.

242P Et leur faire découvrir quelque chose avec un …assez petit, ce n'est pas facile. Donc là, ce n'est pas de l'investigation, c'est… Ce n'est pas du classique puisqu'en fait, à chaque fois ils ont des activités, c'est la mise en activité. Donc les activités doivent répondre aux questions en allant chercher l'information soit dans leur spectre ou soit dans leur…

243I D'accord oui.

244P Donc là c'est aussi bien en activité expérimentale que les autres. Donc il n'y a pas de différence.

245I D'accord oui. Et…

246P Est-ce que j'ai fini ? Alors tu as vu regarde ici, par exemple, le spectre du soleil, attends je te montre.

247I Oui.

248P Là ici, j'ai récupéré le spectre d'hydrogène et le spectre du sodium. Les différents traits.

249I Oui.

250P En les accentuant un tout petit peu, de façon à leur montrer… Voilà, ça je l'ai trouvé sur internet.

251I Oui.

252P Ceci, là aussi, je crois que j'ai fait sur internet. Non, *je crois que c'est moi qui l'ait obtenue celle-là.*

253I Oui. Parmi ces ressources, mobilisées pour préparer et mettre en évidence ces séances, est-ce qu'il y a des ressources anciennes ?

254P Oui oui. Ce chapitre-là, c'est pratiquement que les anciennes.

255I D'accord.

256P Sauf sur la structure du soleil.

257I Est-ce qu'il y a des nouvelles ressources ?

258P Sur la structure du soleil oui. Là c'était une nouvelle notion qui n'était pas dans l'ancien programme, oui. Donc j'ai mis en jaune…

259I Sur la structure du soleil.

260P Oui. Donc là, c'est quelque chose qui est nouveau.

261I C'est par rapport au changement de programme.

262P Par rapport au changement de programme.

263I Oui, d'accord. Comment avez-vous exploité et travaillé ces ressources pour mettre en œuvre vos séances en spectre ? Où allez-vous exploiter et travailler ?

264P Alors, euh… Je regarde ce que demande le Bulletin Officiel,

265I Oui.

266P Et j'ai adapté mes anciens documents. Au niveau spectre, j'ai souvent adapté mes anciens documents plus, j'ai mis la structure sur la… La structure du soleil. Mais je suis parti vraiment de ce que je faisais, des euh… Pas forcément ce que faisaient les livres mais vraiment en fonction de… Ah oui, c'est vrai que les élèves avaient des difficultés avant là-dessus, donc j'ai profité de ce… De cette expérience-là pour le remettre. Donc il y a des activités qui ont évolué même avec… Avant le changement de programme que j'ai repris parce que ça rentre encore en œuvre.

267I D'accord. Euh… Et pouvez-vous me montrer la ressource qui est très modifiée depuis le changement de programme ?

268P La seule structure qui est modifiée, c'est la structure du soleil. C'est un ajout, au niveau des spectres. Il y avait ça qui a été ajouté et il y en avait une autre qui a été supprimée, c'est tout ce qui est les spectres d'absorption en solution. Donc ça, ça a été supprimé parce que ça n'a plus lieu d'être.

269I Les spectres d'absorption et d'émission ?

270P Les spectres d'absorption en solution.

271I En solution. C'est supprimé.

272P C'est supprimé.

273I D'accord oui.

274P Donc, par rapport à la modification, c'est du coup un changement de programme.

275I Et par rapport à ce fichier ou d'autres fichiers il y a des modifications ou euh…

276P A la rigueur, ce que je peux faire… Oui, en fait la seule modification c'est ça, là-dessus, c'est sur le soleil.

277I D'accord.

278P Autrement, il y a peu de modifications. Il y a des modifications de mise en page mais c'est des modifications mineures, c'est pas… par rapport au contenu, non.

279I D'accord oui. Je répète ma question. Quelles sont ou seront les ressources produites pour ces séances en spectre pour les élèves ?

280P Pour les élèves c'est le cours. C'est le cours, le modèle plus les activités.

281I D'accord. Moi j'ai vu le modèle… et les activités ?

282P Alors, le modèle est ici, donc ça va être une partie colorée, c'est ceci.

283I Oui.

284P Les activités c'est ceci, par exemple, regarde. Voilà, par exemple c'est ici, attention, voilà. C'est viser directement le soleil, il y a une lampe fluo-compacte ou un néon avec le spectroscope, observer, reproduire. Donc là, ils ont les activités, ils doivent reproduire ce qu'ils ont vu et ainsi de suite. Les chiffres indiquent en fait le… C'est… C'est 400 nanomètres à 800 nanomètres, c'est pour les longueurs d'ondes et dans le chapitre on parle… Dans le modèle on parle des longueurs d'ondes.

285I D'accord oui. Est-ce qu'il y a des ressources utilisées et produites pour la mise en œuvre de la démarche d'investigation ou les entrées thématiques ?

286P Là-dessus non. Euh… Sur la démarche d'investigation, est-ce que j'ai fait quelque chose de spécial pour l'instant ? Non.

287I Même avant pour l'enseignement du spectre ?

288P Non.

289I Vous n'avez pas déjà abordé le spectre en utilisant la démarche d'investigation ?

290P Non. La démarche d'investigation euh… C'est plutôt en fin d'année, parce qu'avant…

291I En quoi c'était ?

292P Ce sera en fin d'année. Ce sera en Chimie probablement, je vais voir comment je vais faire mais euh… Si, on va en faire, on va trouver à en faire avec les ondes. Avec les ultra-sons où là, on leur fait rechercher quelque chose parce que le… Les notions nécessaires euh… Sont pas tellement importantes. Leur… Tout ce qu'ils ont besoin on leur a donné, on leur donne et donc là, ils n'ont pas besoin d'un vécu très ancien.

293I En Chimie, en quoi vous utilisez ou vous allez utiliser la démarche d'investigation ?

294P Alors… Ce sera… Je ne sais pas encore. Parce que l'année passée il ne me semble pas que je l'avais utilisée puisqu'il faut qu'ils connaissent tellement de choses, notamment sur l'utilisation de la verrerie, à quoi sert la verrerie ? S'ils risquent de faire une transformation chimique directement dans une éprouvette, ça me gêne un peu. Donc effectivement, je ne peux pas transformer des élèves en petits chercheurs comme on voudrait qu'ils soient. Donc là, démarche d'investigation en Seconde, c'est plus délicat. Mais bon, je vais peut-être trouver, je crois… je vais en parler avec mes collègues.

295I D'accord oui. Quels sont les effets les plus importants que vous attendez de cette séance en termes d'activités des élèves et d'apprentissage ?

296P Alors, c'est une… Un chapitre de relâche parce qu'il y a *rien de calculs* à faire et donc j'attends de pouvoir remotiver les élèves par l'observation pour que certains élèves les plus en difficulté puissent au moins dire des choses, puissent s'exprimer, qu'ils fassent un tout petit peu de Physique. Parce que l'élément mathématique n'est pas là, n'est plus ce frein-là. Et, j'espère aussi leur faire comprendre un peu comment peut fonctionner un peu la Physique, comment on arrive à déterminer certaines températures d'étoiles.

297I Avez-vous rencontré des difficultés ou des problèmes lors de la préparation de vos séances ?

298P Non. Si, il y a certaines expériences que je n'arrive pas à refaire, notamment le spectre… Un exemple d'émission du sodium en mettant du sel de cuisine dans une flamme. C'est une manipulation expérimentale qui n'est pas facile à mettre en œuvre, notamment il y a le bec benzène pour pouvoir mettre le spectroscope, c'est pas toujours bien facile et pour obtenir la raie, ce n'est pas facile.

299I D'accord. Éprouveriez-vous des difficultés ou des problèmes lors de la mise en œuvre de ces séances ?

300P Non, ce sont des séances qui tournent et euh… Ça tourne depuis des années, donc il n'y a pas de souci.

301I Quel sera votre rôle en classe lors de la mise en pratique de ces séances ?

302P *Finalement, celui qui fait attention à ce que tout le monde travaille.* Euh… Au niveau du temps. Donc normalement, j'espère que ces activités se suffisent à elles-mêmes, et que je n'ai pas trop à intervenir. De temps en temps je fais peut-être un… Si, je fais quand même une mise en commun, pour essayer de donner la parole à tout le monde, pour que tout le monde puisse participer. Par rapport au savoir, j'ai peu de choses à dire puisque tout est sous forme de modèle donc j'ai à compléter un petit peu, j'ai à expliquer mais bon, normalement c'est… Ils ont tout à disposition.

303I Quel est le rôle que vous assignez aux élèves au cours de ces séances ?

304P Alors, un rôle assez actif. Donc, ils doivent se servir des, du modèle, comme ressource principale et répondre aux questions donc un rôle d'analyse, d'analyser la question, de… Ils doivent

faire l'expérience en fonction… Examiner, donc c'est bien respecter les différentes étapes et aussi un rôle de concertation entre eux, parce qu'ils ont… Au cas où ils ne comprennent pas, ils peuvent discuter à deux, de façon à répondre. Et aussi, pendant la mise en commun, c'est qu'ils puissent facilement….. S'exprimer.

305I Alors, pouvez-vous faire deux schémas tout en les commentant ? L'un pour la Physique et l'autre pour la Chimie, qui montrent comment sont organisées les ressources que vous utilisez pour dispenser votre enseignement en Physique et en Chimie. Notez avec des couleurs ou une autre façon que vous trouvez commode, les ressources que vous utilisez pour l'enseignement de la Physique et en particulier pour la mise en place du spectre pour la classe de Seconde et pour l'enseignement de la Chimie en particulier pour la mise en place de la spectrophotométrie. Signalez l'effet de l'entrée thématique et la démarche d'investigation sur vos ressources et sur leur gestion. Mettez en relation également dans ces schémas, les ressources et les activités qui se tiennent et distinguez sur ces schémas, les ressources qui ont été utilisées jusqu'au mois de juin 2010 et les nouvelles ressources intégrées ou les ressources modifiées cette année et les trois dernières années.

306P Euh… Il nous reste 10 minutes, c'est ça ?

307I En fait, il reste vingt minutes.

308P Non, là ce n'est pas possible.

309I Parce que j'ai commencé à midi et quart.

310P En fait je suis super-gêné, parce qu'à chaque fois tu divises la Physique et la Chimie et dans mon enseignement, je n'ai pas cette différence. Je n'ai pas cette différenciation entre la Chimie et la Physique. Euh… C'est… C'est pratiquement une seule matière pour moi qui… Même si je suis Chimiste de formation, mais j'ai du mal à voir cette différence. Tu n'as pas un crayon à papier ? Tu as un crayon à papier ?

311I Oui.

312P Qu'est-ce que tu veux que je fasse ?

313I Un schéma,

314P Oui.

315I Des schémas pour les ressources pour l'enseignement de la Physique et des ressources pour l'enseignement de la Chimie.

316P Que je donne aux élèves l'interaction.

317I Vos ressources et les ressources produites aux élèves.

318P Donc là, ce sont pour les… (L'enseignant a dessiné un schéma)

(Panne technique : enregistrement audio de l'enseignant sur ses interactions avec ses collègues de son établissement et en dehors, a été coupé pendant l'interview. Nous avons donc pris des notes sur le schéma dessiné par l'enseignant pour représenter ses interactions. Pendant l'entretien en auto-confrontation nous avons reposé des questions sur certaines interactions).

Annexe 11.3. Transcription de l'entretien auto-confrontation

Dans toute la suite, I désigne l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI), P désigne le professeur physique-chimie.

1I Bonjour, j'ai quelques questions sur les ressources que vous avez utilisées pendant les séances du spectre. Vous m'avez dit qu'elles sont des ressources empruntées d'Éric (Éric, il est un collègue de formation plutôt « physique » dans l'établissement de Philippe).

2P Oui en partie. Oui, oui, c'est euh…

3I Et, ma question, pourquoi avez-vous exploré les ressources d'Éric en ce qui concerne l'enseignement du spectre en Seconde ?

4P Parce qu'on a travaillé ensemble en fait. Celles de Éric parce que j'ai commencé mon enseignement quand j'étais ici, j'ai commencé avec Éric et j'avais utilisé aussi les… Ah, les fichiers de SESAMES.

5I Oui.

6P Sur l'Académie de Lyon.

7I Oui. Ce sont des fichiers sur l'Académie de Lyon ?

8P Qui sont sur l'académie de Lyon…SESAMES oui.

9I D'accord. Pensez-vous qu'il ne fallait pas ajouter quelque chose à ces ressources ? des textes, l'Histoire des Sciences.

10P On n'a pas le temps. On n'a pas le temps de rajouter trop de documents donc il faut que l'on aille suffisamment vite si on veut tout faire. Déjà, je ne fais déjà pas tout le programme, il y a certaines parties que j'effleure donc là, il faut progresser. Effectivement, ce serait bien de mettre un peu d'Histoire, je n'ai pas le temps. *Et aussi je risque d'embrouiller les élèves*. C'est vraiment… Je préfère me concentrer sur vraiment les spectres, parce que l'on est en Seconde on a un début de programme et ils ne vont pas savoir-faire à mon avis, la part des choses.

11I En fait vous avez distribué aux élèves pendant ces séances, des feuilles qui concernent activités et modèles.

12P Oui, tout à fait.

13I Qu'est-ce que vous entendez par activité et qu'est-ce que vous entendez par modèle ?

14P Donc, modèle, c'est une partie de la théorie, c'est la théorie et les activités permettent de comprendre le modèle. Donc en fait on leur distribue le modèle et par nos activités, on… Elles sont faites de telle manière qu'ils arrivent à comprendre le modèle. La notion vue principale.

15I Et, est-ce que vous faites cela en Chimie ?

16P Je fais ça en Chimie et en Physique.

17I Et quelle est la différence d'après vous, entre activité en Physique et activité en Chimie ?

18P Aucune. Je ne fais pas de différence. Il n'y a pas de différence à mon avis. Non, non, il n'y a pas de différence.

19I Et par rapport au modèle ? Modèle en Physique et modèle en Chimie ?

20P Ils ont la même euh… Ils ont le même aspect, ils ont la même priorité euh… Il n'y a pas de différence non plus.

21I Pourquoi ?

22P Euh… Parce qu'il y a… je ne sais pas pourquoi. Je ne sais pas, pour moi, c'est vraiment deux matières complémentaires qui… je ne vois vraiment pas la différence entre la Physique et la Chimie.

23I Est-ce que vos ressources en Chimie sont empruntées toujours de Éric ou du site de SESAMES ou c'est vous qui construit les ressources en Chimie ? Soit pour vous-même soit pour les élèves comme dans le cas activités et modèles.

24P Généralement, aussi bien en Physique qu'en Chimie, je pars de… Je suis parti de SESAMES, après j'ai rajouté des choses, après j'en ai discuté avec Éric et puis après j'ai modifié et aussi modifié certains aspects de ce document. Bon après, c'est une collaboration après. Ce n'est pas… C'est vraiment une évolution. Ce chapitre-là, je dirais, ça fait au moins 10 ans que je le fais. Donc bien sûr, il a évolué en fonction de nos élèves, du matériel que l'on a, du… Et puis les dernières années, je ne dis pas exactement la même chose.

25I Est-ce que vous ajoutez des choses souvent pour les cours en Chimie beaucoup plus qu'en Physique ?

26P Non. Non, non, non. C'est vraiment aléatoire. Ça dépend, il y a des choses qui se sont mal passées, je le sens, il y a l'évolution du programme aussi, des fois il y a des notions qui passent mal. Le BO est-ce que c'est utile ou pas ? Si c'est utile, c'est de reformuler. Si ce n'est pas utile, je passe. C'est-à-dire que je l'efface et puis on en parle plus.

27I Comment jugez-vous vos tâches données aux élèves ? Comme lire le paragraphe ou regarder le spectre en utilisant le spectroscope, dessiner un spectre, donner des hypothèses, des prévisions pendant les séances des spectres ? Soit dans les activités, soit dans les modèles.

28P Euh… Alors, je vais répondre à la question et tu me diras si ça va. J'essaye que les… Que ce qu'ils ont à faire soit le plus simple possible. Le plus compréhensible possible. Notamment quand, sur mes activités, il y a un point… Quand il y a un point, c'est le… Ils ont quelque chose à faire sans rien noter, quand ils ont un chiffre, une lettre, avec une parenthèse, ils ont à mettre, à répondre une phrase et quand ils ont le signet d'un… Le signe d'une main avec un stylo, ils n'ont qu'à compléter. De façon à ce qu'ils puissent immédiatement dire ah, Si j'ai un point, j'ai une action à faire et c'est tout. Qu'ils ne se posent pas la question, oui mais Monsieur, est-ce que l'on doit faire une… Est-ce que l'on doit écrire quelque chose ? Donc c'est dans le contrat. S'il y a un point, c'est un terme d'action. Donc ils n'ont rien à noter. Peut-être à observer, mais ils n'ont rien à noter.

29I Et, est-ce que vos tâches données en Physique sont les mêmes en Chimie ?

30P Oui. Oui, oui. C'est euh… Il y a peut-être un peu plus de manipulations en Chimie et encore non. Comme on fait un peu moins de Chimie. Mais bon, c'est… Ça a à peu près la même importance. On essaye qu'ils manipulent le plus, le plus possible, voilà après euh… Donc en Chimie ou en Physique, il y a très peu de différence. Je dirais même, il n'y a pas de différence. On fonctionne toujours sous forme d'activités aussi bien une activité peut se commencer en TP et se poursuivre en cours, il n'y a pas de souci. Bien sûr, c'est moi qui manipule ou je demande aux élèves de manipuler, mais autrement il n'y a pas de… je peux commencer une activité en cours et qu'ils la finissent en TP, en groupe.

31I D'accord oui. Là, je vais poser quelques questions sur les vidéos. En fait, vous avez laissé moins de place aux interactions entre les élèves.

32P Oui.

33I Ou encouragé à faire des interactions entre eux sauf dans la première séance, quand vous avez demandé aux élèves de donner des hypothèses pour savoir la raison d'avoir un spectre contenu et un spectre des bandes. Pourquoi ? Pour quel objectif ?

33P C'est vrai que, généralement, je ne laisse pas assez de temps, j'estime que je ne laisse pas assez de temps de concertation entre les élèves parce qu'il faut avancer mais j'aime bien leur laisser leur… du temps, de façon à ce qu'ils confortent leurs idées, qu'ils puissent émettre des hypothèses, dire bon, la Science, on ne fait pas ça tout seul et c'est bien de dire ah, mais toi aussi tu penses différemment ou tu penses la même chose. Donc on propose ça, puis on regarde voilà, c'est une sorte de collaboration, c'est à deux c'est plus facile d'émettre des hypothèses, de dire, non ce n'est pas ça.

34I Tout de suite voilà, c'est… En fait, je voulais te montrer rapidement. Vous pouvez commenter

	Séance 1 de 00 :18 :05 à 00 :19 :17
P	*(le prof parle à toute la classe)* Maintenant, j'ai une question que je vous renvoie, pourquoi on a deux types de spectre *(c'est une question de l'activité1)* ? Et j'ai besoin en fait, vous devez formuler une hypothèse en disant : « Monsieur » ou en écrivant sur son cahier en disant les raisons pour lesquelles on a deux types de spectre entre la lumière du jour, et la lampe fluo-compacte. À votre avis, donc vous écrivez votre hypothèse, et après, on fera une mise en commun, et normalement il y a quelques idées qui doivent venir. Allez, vous mettez des hypothèses ; après, on va essayer de voir ensemble comment on va pouvoir répondre à ces hypothèses. Donc on a deux types de spectre, à votre avis, pourquoi ?
	Séance 1 de 00 :19 :26 à 00 :19 :41
P	Alors bien sûr, l'hypothèse, on peut l'écrire au stylo, on n'est pas obligé de l'écrire au papier… Comme ça, ça évite de pouvoir effacer, il n'y a pas de bonne ou de mauvaise hypothèse.
	Séance 1 de 00 :19 :43 à 00 :20 :10
	(le prof se dirige vers le groupe 7)
E2 de G7	*(Elle montre ce qu'il a écrit au prof)*
P	*(le prof parle à toute la classe)* Oui, d'accord, mais c'est-à-dire ? Pour vous, ça vient d'où ? Pourquoi on a… Pourquoi on a la lumière avec un spectre à fond continu, et pourquoi on a un spectre avec des bandes ? Effectivement, ce n'est pas la même lumière, d'accord, certes, mais ça vient d'où à votre avis ?

35P En fait, ici, l'hypothèse que l'on attend, c'est le fait que ce soit naturel et non naturel (la source lumineuse).

36I Oui.

37P Donc euh… Puis je crois que j'étais… Je me suis fait avoir par les TP, parce que je n'ai pas eu le matériel que je voulais. Il y a eu… Je me rappelle qu'il y a eu un petit souci. Donc voilà, c'est surtout le fait de dire ah, le soleil, on a quelque chose de naturel donc, on va avoir un spectre continu et le discontinu parce que l'on a quelque chose de… On a de l'électricité voilà. Souvent, l'électricité pour

eux, souvent ça leur pose… C'est magique donc c'est de raies. Voilà la raison pourquoi [j'insinue] là-dessus.

38I D'accord oui. Euh… En fait, après ça, vous avez demandé aux élèves de faire une activité pour étudier l'hypothèse de faire de la lumière naturelle ou artificielle sur le spectre obtenu.

39P Oui.

40I Vous avez donné aux élèves, après avoir fait l'activité, la réponse tout de suite ou vous avez donné la réponse après avoir fait l'activité, en disant que l'hypothèse de dire, naturelle ou pas naturelle ça ne tient pas effectivement et si là, c'est électrique, il y a un gaz qu'on peut le considérer naturel et après, vous demandez aux élèves de préciser la différence entre les deux sources de lumière et vous avez aussi donné la réponse.

41P Oui.

42I Pourquoi vous donnez la réponse vous-même ?

43P Par manque de temps. Effectivement, là j'avais suffisamment, je n'avais plus… J'avais pris un peu de retard et des fois, on est vraiment bloqué par le temps. Et voilà, c'est malheureusement euh… Ce genre d'activités qui sont des fois un peu guidé… Le mieux, il faut pas qu'elle soit guidé, faudrait laisser le temps mais on a un timing à respecter, on… Voilà, c'est… C'est un travers.

44I Oui. **Est-ce que vous… C'est une question. Est-ce que votre intérêt par exemple euh… Moins capable de laisser la parole aux élèves surtout dans le sujet qui est spécifique à la Physique ?**

45P Niveau Seconde non. Là, je n'ai aucun souci. Alors là, ça m'a euh… Peut-être au niveau terminale, je dirais peut-être au niveau qu'on fait de la… De la relativité restreinte là oui, je donne peut-être un petit moins la parole aux élèves mais au niveau de la Seconde ce n'est pas ça. Non, non, c'est vraiment le timing, c'est le… Il faut que ça avance.

46I Est-ce que vous faites la même chose en Chimie en Seconde ?

47P Oui. Oui oui, oui. Par rapport à votre question, oui.

48I Alors c'est toujours par rapport au manque de temps ?

49P C'est ça, c'est le manque de temps. C'est-à-dire il y a… On sait à peu près combien de temps on doit y passer, pas plus d'une semaine sur cette notion mes collègues sont en général un peu en avance sur moi donc il faut que je ne perde pas le pied autrement, je ne fais que la moitié du programme. Donc là, c'est un compromis. On essaye de… Au mieux. Et puis après, ça dépend des classes, comment elles réagissent. Il y a des classes qui réagissent très bien, d'autres pas.

50I D'accord oui. Je vais vous montrer dans la deuxième séance…

	Séance 4 De 00 :27 :50 à 00 :28 :00
P	Ici, ce sont les quatre spectres (les spectres expérimentaux : § annexe 12.1), quelle est la différence avec vous ? Qu'est-ce que vous avez tous oublié de faire ?
E	le noir
P	mettre du noir

51I Ma question, quelles sont les difficultés rencontrées dans ces séances de manière générale et surtout par rapport au… Par rapport à cette séance, pour vous ainsi que pour les élèves ?

52P Alors pour moi, j'avais un gros problème technique, mon spectroscope euh… Qui marchait sur l'ordinateur ne fonctionnait pas. Et je n'avais pas… D'habitude j'ai une caméra et je ne retrouvais pas la lueur des spectres. Donc, j'ai été obligé de leur dire voilà ce que j'obtiens et j'en profite pour dire voilà, j'ai ma caméra, elle fait la même chose que le spectroscope et voilà, et j'aurais dû faire, chacune des lampes.

53I Oui.

54P Et là, comme j'ai eu un gros problème technique, la caméra, le spectroscope ne fonctionne pas et donc j'ai été obligé de leur dire, voilà ce qu'on obtient de mettre euh… Comme s'ils devaient me croire… Voilà, j'aurais bien voulu faire l'expérience devant eux, mais j'ai dit faire l'expérience devant eux, mais j'ai dit voilà, j'ai un autre moyen, un autre instrument de mesure ou d'analyse, qui est ma petite caméra et voilà ce que l'on obtient. Et là, j'étais obligé de leur présenter les quatre spectres d'un coup, donc ça venait on ne sait pas d'où, voilà, c'est l'enseignant qui sortait ça. Et c'est vraiment une des grosses difficultés parce que j'aurais… On veut éviter de faire ça. On n'est pas des magiciens, on n'est pas voilà. J'aurais bien voulu qu'ils voient la petite caméra voilà, grâce à ma caméra, voilà ce que j'obtiens par EXAO, Expérience Assistée par ordinateur. Et là, j'ai été obligé de leur donner. C'était un peu frustrant parce que c'est pas… Même des fois, je peux montrer des expériences qui ne marchent pas, ça ne me gêne pas. On fait de la Physique et puis des fois, ça ne marche pas. Mais là c'est… Le matériel ne fonctionnait pas du tout. Donc ce n'était pas exploitable donc j'avais un fichier de secours, on va dire voilà, ce que j'obtiens, c'est ça. Et là où je voulais mettre le point, c'est sur le fait que quand il n'y a pas de radiation, on a quelque chose de noir puisque l'on n'a pas de lumière. Donc voilà, le… La grosse difficulté.

55I Et après, il y a… Il y a un problème par rapport aux élèves. Ils ne voient pas comme vous. Ils ne voient pas les spectres comme vous, surtout les couleurs ou les raies.

	Séance 1 de 00 :44 :01 à 00 :44 :54
P	*(le prof se dirige vers le groupe 2 et prend le spectroscope pour observer le spectre de néon de la salle)* Alors… En fait, effectivement, les bandes sont un peu plus larges, mais entre les bandes, on voit un petit peu de noir, c'est ce que je vois, c'est très bien ce qu'il faut voir, mais j'aimerais que vous arriviez à voir ce que je vois. Vous n'avez pas vu les bandes noires ?
E2 de G2	*(le prof donne le spectroscope à E2 de G2 pour qu'elle reobserve le spectre de néon)* Elles sont minuscules.
P	Elles sont minuscules. En fait, ici, plus un néon est performant, moins les bandes noires seront épaisses. Donc la poudre blanche qu'on met, c'est pour éviter en fait que les bandes noires soient très importantes. Vous voyez ?

56P Euh… Si. Il n'y avait peut-être pas autant de raies mais ils voient l'allure générale. Mais surtout, ils ne voient pas aussi noir, ils voient quelque chose de gris. Et dans leurs copies, c'est blanc. Alors beaucoup de… J'ai fait le tour, dans beaucoup de cadres, on n'a pas quelque chose en noir. Et c'est vraiment une difficulté des élèves.

57I Et, est-ce que vous rencontrez des difficultés comme ça, par exemple en Chimie ?

58P Oui euh… des fois, quand les solutions sont instables ou sont mal… Sont pas bien préparées ou quand il y a des incidents, il y a des choses comme ça. Il faut que l'on puisse se retourner facilement.

59I En fait, j'ai une question sur le spectre d'absorption. Vous n'avez pas euh…

60P L'absorption, on ne va pas le faire.

61I Oui, vous n'avez pas fait…

62P Non, puisque l'on ne va pas le faire. C'est pas… Attends, lequel… parce que l'on ne peut pas le faire. L'absorption de la solution, on ne peut pas le faire. On n'a pas le droit, ce n'est plus dans le BO. Par contre, avant oui, avant on faisait l'absorption de solution, par exemple on prenait des solutions de KMnO4 ou de sulfate de cuivre. On pouvait le faire. Maintenant, ce n'est plus ça. Donc l'absorption par rapport au gaz, on ne peut pas le faire.

63I Euh… Je pense dans le programme, dans le nouveau programme, il y a une tâche distinguée entre les spectres d'émission et d'absorption.

64P Distinguée. Oui mais bon euh… L'absorption d'un gaz, on n'a pas les moyens techniques de le faire. Par contre, l'absorption de solution, on peut le faire mais on n'a pas à le faire, puisque l'on doit s'occuper des étoiles, des planètes. Donc, je ne voulais pas leur montrer l'absorption d'une solution de KMnO4 ou de sulfate de cuivre, effectivement, on a une large bande, cela n'a rien à voir avec de fines raies d'absorption. On ne doit plus faire ça normalement. Donc on… Il y a… J'avais essayé des manip, mais bon, ça n'a pas fonctionné donc là, on doit les distinguer donc on ne fait que de la distinction. Je ne peux pas leur montrer une manip qui leur montre ceci.

65I D'accord oui. **Si vous répétez l'enseignement de ces séances, est-ce que vous effectuez des modifications par rapport à vos ressources et vos pratiques ?**

66P Un tout petit peu. Mais ça va à la marge, ça dépend… Ça dépend du matériel que j'ai, ça dépend… Donc là, c'est une séquence qui tourne, ça fait longtemps que… Je n'ai fait aucune révolution là-dessus, ces dernières années, je change une petite chose donc là, cette année, il faut que je voie par rapport à la caméra. Donc, j'essaye de voir comment je peux faire. Et de temps en temps, j'essaye de… C'est vrai que par rapport à l'absorption, je vais essayer de voir s'il n'y a pas des manips qui montrent l'absorption d'un gaz et pour l'instant, je n'ai rien vu qui me… Qui m'enthousiasmait, on en discute des fois avec les collègues euh… D'une telle manip…

67I Qu'est-ce que vous n'auriez pas fait en Chimie que vous faites, que vous avez fait dans ce cours de Physique ?

68P Rien. J'aurais fait pareil. J'aurais fait la même chose. Voilà, j'ai vraiment le sentiment que… Pour moi, effectivement, il n'y a pas de… Il n'y a pas cette… Entre la Physique et la Chimie. Et, il y a très peu de différence. Il n'y a même pas de différence.

69I Et, est-ce que vous vous sentiriez moins à l'aise de faire la même chose en Chimie ?

70P Non. Pareil. Au niveau Terminale, je te dirais peut-être plus en Chimie, je suis beaucoup plus à l'aise, j'ai un bagout plus important donc je peux plus facilement rebondir. Mais au niveau Terminale. Niveau Première S et niveau Seconde euh… Ça va, c'est pas… j'ai suffisamment de recul pour effectuer la même chose, pour avoir le…

71I Pourquoi vous avez donné des exemples parfois beaucoup plus, dans le deuxième demi groupe que dans le premier demi groupe ?

72P Parce que l'on agit différemment en fonction des groupes. C'est soit parce il était peut-être plus tard, soit parce qu'ils étaient plus réactifs ou à la rigueur ils étaient… C'est en fonction d'eux en fait, c'est pas… je n'avais pas prévu ces exemples-là ou voilà. C'est… Ça dépend. Ou j'y ai peut-être pensé après. Oui, ça aurait bien de le dire. Il n'y a pas de raison.

73I Ça dépend de quoi ?

74P De la classe, du retour que j'ai, de certaines questions euh… peut-être de ma forme. J'étais peut-être mieux réveillé avant. Voilà, je ne sais pas, ça dépend énormément de beaucoup d'éléments que je ne maîtrise pas. Après, c'est… Effectivement, je n'opère pas de la même façon avec les groupes.

75I D'accord oui.

76P Ils avancent parfois plus rapidement que d'autres, des fois je suis obligé de ralentir, des fois je suis obligé d'accélérer. Donc là, c'est le premier groupe qui donne le tempo et après le second, je dois régler exactement au même point.

77I Oui. Et, moi j'ai remarqué pendant ces séances, la première séance, vous avez parlé avec vos élèves en ce qui concerne les Mathématiques.

Locuteurs	Productions verbales
	Séance 1 De 00 :00 :00 à 00 :01 :13
P	*(le prof parle à toute la classe)* Bonjour à tous, vous pouvez vous asseoir. Alors, ce qu'on va faire aujourd'hui, on ne va pas terminer notre chapitre sur le prisme, on va le finir mercredi prochain, donc à la prochaine séance. J'ai vu votre… j'ai vu votre professeur de mathématiques, je lui ai dit bonjour, on s'est dit bonjour, c'est bien de temps en temps, et j'ai discuté avec elle sur la *proportionnalité*. Vous avez fait un grand flop la dernière fois, les notes sont tombées, donc on va essayer de revoir ça aujourd'hui, c'est important au moins pour certains parce que vous en aviez vraiment besoin la dernière fois, et normalement, on va peut-être travailler ça mercredi. Voilà, ceci étant dit, on va donc commencer un… On va toujours travailler sur la lumière, on va aller un peu plus sur les spectres, donc…

78P Oui.

79I Ils ont des difficultés par rapport à la proportion je pense…

80P La proportion oui.

81I Et là, vous avez un cours qui concerne la réflexion de la lumière.

82P Oui.

83I Et comment vous avez résolu ce problème avec vos élèves surtout en ce qui concerne les Mathématiques ?

84P les Mathématiques, soit j'identifie le problème et après j'en parle au café avec le collègue de Mathématiques, voilà la difficulté que j'ai eue. Ou après, je sais que pour une correction d'exercice sur un autre thème je dis ah, rappelez-vous, vous avez eu un problème là, donc je peux en reparler. Voilà c'est… je vais peut-être en reparler immédiatement mais c'est peut-être après euh… généralement, ce que j'aime bien faire, c'est en discuter avec mon collègue de maths. Le matin, quand on prend le café, on passe des informations.

85I D'accord. Merci pour tout. Et justement, il nous reste le schéma, je ne sais pas…

86P Tu me dis ce qu'il faut que je fasse ?

87I Je vous ai donné déjà une feuille.

88P Oui, mais je ne sais pas ce que j'en ai fait.

89I Alors, d'accord oui.

90P Ce n'est pas… Voilà, ce n'est pas… Tu veux que je prenne une feuille ?

91I Oui.

92P Je vais en chercher une.

93I De manière générale, quelles sont vos tâches pour l'enseignement de la Physique et quelles sont vos tâches pour l'enseignement de la Chimie ? Euh… En fait, si vous avez par exemple euh… Si vous partez à l'étranger demain et vous avez un sosie qui vous remplace, vous parlez avec lui. Quelles sont vos tâches dans l'enseignement de la Physique ainsi que pour l'enseignement de la Chimie ? Et plus particulièrement, par exemple pour l'enseignement du spectre en Seconde et pour les transformations de la matière en Seconde. Quelles sont les tâches ? La manière d'accomplir ces tâches ? Et vos justifications oralement pour l'utilisation de ces manières ?

94P En fait ici euh… De toute façon, Physique ou Chimie, c'est exactement la même chose. Moi, je ne fais vraiment pas de différence euh…

95I Oui mais, même si vous voyez des distinctions, vous pouvez les marquer…

96P Pareil mais, pratiquement, je… Donc je suis là donc les élèves en fait il y a… Je parlerais bien du contrat, parce qu'il y a un contrat entre eux et moi, c'est important, un contrat par rapport à la rédaction, un contrat sur la rédaction, sur la… Sur les activités, sur les activités qui sont à faire. Rédaction, donc les activités c'est euh… Notamment, c'est euh… On va voir s'ils ont une action ici, s'ils ont une action, s'ils ont à écrire ou à compléter.

97I Qu'est-ce que vous entendez par action ?

98P Action, action, action, action, c'est le verbe d'action, c'est ils ont quelque chose à faire. Quelque chose… les élèves ont quelque chose à faire.

99I D'accord.

100P Par exemple, observer.

101I Oui.

102P Écrire, compléter et rédaction. Alors l'action, ça peut être observer, ça peut être discuter entre eux, argumenter, ça peut être quoi ? *Observer, ça peut être faire une manip,* par exemple observer euh… Faire une manipulation. Donc là, c'est tout ce que eux ils ont à faire. J'aime bien de temps en temps aussi c'est le rapport avec la vie quotidienne. Euh… On peut avoir un langage différent. Toujours bien de mettre le… Le point là-dessus en disant, effectivement, on ne parle pas de la même manière euh… En Physique, c'est incorrect de dire euh… Mon poids est de 15 grammes, euh de 15 kilogrammes par exemple, pour un objet on dit 15 kilogrammes. Par contre à la maison, j'utilise effectivement le post objet est de 15 kilogrammes. Donc vraiment faire la différence entre les actions de la vie quotidienne et ici, de façon à ce qu'ils ne soient pas trop perturbés. Donc, la vie quotidienne euh… Aussi, quelques utilisations de la Physique. Par exemple, à quoi ça peut servir ? le spectre, à quoi ça peut servir ? Au minimum parce que euh… la Physique ça sert, mais ça ne sert pas tout le temps. C'est pour faire lien entre l'aspect Technologie et l'aspect Physique. Je sais que certains de mes collègues, ils aiment bien voir la Physique de partout. Moi, je ne la vois pas partout. Donc voilà c'est euh… Qu'est-ce qu'il y a aussi comme… Il y a aussi, bien sûr, il y a le BO, le Bulletin Officiel auquel on doit certaines exigences. Qu'est-ce que je j'ai d'autre à dire à ce collègue ? C'est aussi le contrat, par rapport aux élèves, c'est de… Qu'ils prennent la… de prendre la parole. Prendre la parole, communiquer et derrière, je mets respect. Euh… C'est important qu'ils puissent… Que tout le monde

puisse s'exprimer sans que quelqu'un s'amuse à rire. Donc là, je suis très attentif à ça. C'est euh… Autrement, on plombe une classe. C'est-à-dire que si personne, si le plus faible ou n'importe ne peut pas intervenir, la moindre idée ne peut pas jaillir alors que j'ai besoin de ça. À moins de donner des fois les solutions. Euh… est-ce que j'ai répondu ? Ou est-ce que c'est pas ça ?

103I Vous pouvez continuer.

104P Qu'est-ce qu'il y a d'autre ? Si. Quelque chose d'important. C'est par rapport aux cahiers. Les cahiers, je veux qu'ils soient tenus. C'est-à-dire, que les activités soient complétées, activités complétées. Qu'il y ait une trace. Une trace écrite, au minimum une trace écrite. Ce n'est pas toujours facile. Donc cahiers, traces écrites avec aussi les modèles et dans les modèles, je souligne ce qui est important. Généralement je leur dis, écoutez, vous mettez un petit cœur, parce que c'est la phrase qu'il faut retenir. Les modèles des fois ils font un quart de page ou un peu plus, je ne veux pas qu'ils apprennent ça par cœur. Il y a peut-être par exemple le BO nous demande qu'ils doivent savoir la vitesse de la lumière, vous mettez le petit cœur, la vitesse de la lumière et vous apprenez que ça de ce modèle-là, ça suffit. Par contre, le reste, vous devez le comprendre. Si vous ne l'apprenez pas par cœur, ce n'est pas gênant, je ne vais pas vous demander la phrase du modèle, mais je vous demanderai ce qui est important donc, un petit cœur, je souligne ce qui est important. Qu'est-ce qu'il y a d'autre ? Donc voilà. Et, que ce soit en Physique ou en Chimie, ce serait exactement la même chose. Au niveau Seconde, je ne vois pas de différence. Comme on est, deux thèmes différents…

105I Et par rapport…

106P Au Bulletin Officiel ?

107I Aux ressources, les commentaires.

108P Alors, les ressources, les ressources. Alors, généralement, ce sont mes cours précédents, cours des années précédentes, précédentes. Ce sont aussi mes discussions avec les collègues.

109I Cours des années précédentes en Physique et en Chimie, c'est en Seconde.

110P Pareil.

111I Pareil.

112P Donc là, de temps en temps, quand je sais qu'il y en a un qui fait euh… Par exemple sur la réfraction, bon qu'est-ce que tu fais comme manip ? Ou là, j'ai eu cette difficulté-là, on en discute ensemble et ça peut donner des idées. Alors, internet, là-dessus très peu. De temps en temps, je… C'est-à-dire je vais voir sur internet ce qu'il y a de nouveau ou voir s'il y a d'autres idées. Mais sur ce genre d'activités, c'est quelque chose qui tourne bien donc qui est… Qui pour moi remplissent bien l'objectif du BO donc j'y vais un peu moins. Et aussi, ce qui est intéressant, qui… C'est interaction, quand c'est possible, avec les autres collègues de la classe. C'est-à-dire le plus possible… Quand il y a un problème, il faut pouvoir interagir avec les autres matières. Une notion qui est vue en Mathématiques, c'est bien d'en parler parce qu'ils ont un problème. Et […30 :19] vous avez vu peut-être ça en Histoire. Faire des liens entre les matières, c'est intéressant. Par exemple quand on parle de la fréquence, ils l'ont vu en SVT, ils ont vu… Pas la même signification aussi en Histoire, en Mathématiques, même dans la vie quotidienne on a donc des définitions très différentes et pour qu'ils arrivent bien à se retrouver euh… Ah, en Physique, c'est cette méthode, c'est cette signification-là donc on va leur montrer que finalement dans les autres matières, c'est autrement mais ce n'est pas gênant.

113I Et par rapport à votre pratique quel est le rôle… Quel est votre rôle dans la classe ?

114P Euh… Mon rôle, je vais le mettre là, mon rôle, le rôle, euh… Leur donner déjà des… Donner des… Des documents. Donc, activités modèles, premier rôle. Deuxième rôle, faire tourner ses

activités, quand c'est possible, quand j'y arrive, faire tourner ces activités. C'est-à-dire, leur laisser le temps d'y répondre…les faire travailler. Voilà, plutôt les faire travailler. Travailler, réfléchir de façon à ce qu'ils comprennent, pour comprendre le modèle. Et aussi, faire tourner les activités aussi, pour qu'ils arrivent à discuter entre eux. Parce que faire des Sciences, tout seul. C'est pas faire des Sciences. C'est vraiment le fait de discuter, de dire voilà bon… D'exposer ses arguments, même s'ils sont faux. Euh… C'est parce que des fois on pense faux qu'on peut arriver à progresser et dire oui, c'est vrai que j'ai fait faux, je pensais… Ce n'était pas vraiment… Je pensais que c'était juste mais, j'ai pu le noter et là, maintenant, je n'ai plus cette idée-là, cette fausse idée en tête. Donc là, si j'arrive à réfléchir, à penser un peu et à exposer leurs idées, on a gagné. Parce que après, ils pourront aller explorer dedans. Ce n'est pas avec la Science que l'on fait au Lycée que l'on va faire des Savants. Mais si on en fait des têtes bien faites et bien… Qui arrivent à penser et à émettre des idées, c'est bien. Bien sûr, tout en respectant le BO.

115I Oui.

116P Je suis quand même Physicien aussi avant tout ou Chimiste avant tout mais euh… ce n'est pas que ça.

117I Et c'est quoi la grande différence que vous voyez ?

118I Si on prend la classe de Terminale S oui, c'est quoi la grande différence entre Physique et Chimie par rapport à ce schéma ?

119P En terminale, le plus difficile c'est… On doit faire tout le programme.

120I Oui.

121P Les élèves doivent… Ils sont plus axés sur un savoir. Ils sont axés sur le savoir mais euh… C'est un savoir assez minimaliste, assez… Il n'est pas tellement important de savoir. C'est… On est en train de les façonner un petit peu. Alors qu'en terminale, le savoir prend la place dessus et on doit avoir beaucoup, beaucoup de notions et c'est beaucoup plus dur. On n'a pas le temps de mettre tout ça en place des fois. Il faut que ça aille beaucoup plus rapidement et je reste pratiquement peu de temps des fois. Il faut qu'ils soient beaucoup plus réactifs, il faut. Donc voilà, ce serait bien que j'arrive à fonctionner comme ceci en Terminale mais le programme étant ce qu'il est maintenant, c'est très très difficile.

122I Euh… Pourquoi ?

123P parce que l'on voit beaucoup trop de notions et en surface. C'est-à-dire que l'on fait de la relativité, on fait la RMN, on fait de la Acide Base euh, on fait quoi d'autre ? On fait du numérique euh… On fait énormément de choses. On voit beaucoup beaucoup de domaines mais sans avoir le temps d'approfondir. Donc pratiquement… c'est pratiquement un chapitre par semaine. Et des notions très différentes, on n'a pas le temps de revenir sur des notions. Donc c'est un programme qui est beaucoup moins intéressant.

124I Et par rapport à l'aspect expérimental ?

125P Aspect expérimental, en Seconde il y en a beaucoup plus qu'en Terminale. Terminale c'est euh… C'est un peu des protocoles à faire. On a peu de temps de faire vraiment de bonnes expériences, de leur laisser du temps pour réfléchir.

126I Et par rapport à la démarche utilisée pendant l'expérimentation ?

127P C'est-à-dire ?

128I C'est-à-dire la démarche d'investigation ou démarche classique.

129P Investigation euh… C'est toujours un peu bizarre de demander à des élèves de faire cette démarche-là. On a entendu certains inspecteurs, je ne sais s'ils le disent encore, bon faites comme si c'était des Chercheurs. Mais, ce qu'ils oublient, c'est qu'un Chercheur a minimum 5 années d'études dans le Supérieur. Donc il a un […(36 :06)] assez important, donc il va pouvoir faire cette démarche-là. Je ne me vois pas proposer cette démarche, même si je la propose des fois à mes élèves, mais sans […(36 :14)] c'est difficile ou on leur propose le matériel en disant, avec le matériel mis à votre disposition, vous devez répondre à cette question-là. Le gros souci, c'est qu'ils ont le matériel… S'ils ont mis ça, c'est que l'on doit chauffer par exemple, on met un chauffe-ballon, ah mais s'ils ont mis un chauffe-ballon, c'est que l'on doit chauffer. Donc investigation euh… L'idée euh… Bon, j'en fais en Première S mais dans ce cas-là, je change de salle. Je les mets dans une salle, je leur pose le problème et le matériel n'est pas présent. Et ensuite, on va dans la salle de TP où il y a du matériel, mais sur chariot donc ils peuvent choisir ce qu'ils veulent. Donc là, c'est de l'investigation, mais ça demande énormément de temps. On n'a pas le temps de le faire en terminal. En terminal, on n'a pas le temps de le faire. En Première, on le fait un tout petit peu, mais pas assez, mais bon, on n'a pas… On a peu de temps.

130I D'accord.

131P En plus, on nous a supprimés des heures en Première S et en Seconde.

132I Et votre activité, c'est toujours guidé ?

133P Euh… Oui, de temps en temps, on leur laisse la possibilité de faire l'investigation, des fois on leur laisse, mais il y en a assez peu. C'est souvent guidé oui.

134I Et quand vous utilisez la démarche d'investigation, désolé pour cette question… ce sera plutôt en Physique ou en Chimie ?

135P Alors, en Seconde, ce sera peut-être plutôt de la Physique. C'est euh… Parce que il y a besoin de moins de background. En Chimie, quel matériel utilisé ? Déjà, est-ce que je dois utiliser bécher ou erlenmeyer ? Faut déjà connaître. Faut connaître l'utilisation. Est-ce que je vais utiliser un chauffe-ballon, un réfrigérant ? Donc, il y a toute cette connaissance du matériel de Chimie qui n'est pas évident. En terminale, ils connaissent bien le… Ils connaissent un peu mieux le matériel de Chimiste, c'est peut-être plus facile. Mais, en Chimie, ce n'est pas toujours facile l'investigation, ça demande tellement de matériel. À moins, bien sûr comme je te disais tout à l'heure, de mettre le matériel devant les élèves et là, on a un super TP qui tourne bien. Bon j'exagère un petit peu mais c'est…

136I Oui, et en Physique ? Pourquoi c'est plus facile de faire la démarche d'investigation ?

137P Parce que les études sont peut-être plus faciles, plus facilement réalisables. Par exemple, par rapport aux ondes, on travaille avec des ultrasons et puis on leur demande de montrer que ce matériau-là transmet des ondes, des ultrasons. On n'a pas trahi le… À eux d'imaginer, au réflexe des ultrasons, à eux d'imaginer ce qu'il faut faire pour montrer qu'il y a transmission ou réflexion. Donc, le matériel il est présent, ils l'ont déjà utilisé une fois. Après c'est… Il suffit de le passer de l'autre côté ou à côté pour… Récepteur et émetteur l'un à côté de l'autre ou l'un en face de l'autre, pour montrer qu'il y a réflexion et absorption. Donc voilà, c'est des cas qui sont plus faciles. Par exemple en Seconde, on leur demande déterminer le mouvement uniforme d'une bille. Voilà, on leur dit que ça, on leur donne un rail. On met une bille sur un rail. Essayez d'arriver à ce que le mouvement de la bille soit uniforme. Donc qu'ils essayent de chronométrer. Ils n'ont pas les chronomètres dans un premier temps. Ils ont aucune distance d'indiqué, c'est à eux de trouver le moyen. Donc ce sont des situations qui sont plus faciles à mettre en œuvre. Alors qu'en Chimie, c'est plus délicat parce qu'ils ne connaissent pas les produits, il y a ce souci-là.

138I D'accord. Et justement, par rapport à la vie quotidienne, vous avez remarqué des exemples sur la Physique ?

139P Oui, parce que c'est souvent la Physique euh… C'est souvent dans le langage quotidien où on en parle le plus. La Chimie euh… On a peu d'élément de la Chimie dans la vie quotidienne. C'est voilà… C'est… Si, dans la vie quotidienne c'est par rapport au Calcium. Les élèves me disent et moi dans la vie quotidienne je dis, ou j'entends dans la Pub, qu'il y a du Calcium dans les os. Après, les élèves me disent ça quand je fais sur les ions. Je leur dis surtout pas, ne dites pas que c'est du Calcium dans les os, puisque l'on a vu que l'élément calcaire réagit avec l'eau, que le calcium réagit avec l'eau donc ce n'est pas ça. Que faut-il dire en chimie ? Oui, il faut dire ions Calcium Monsieur. C'est une petite différence effectivement, ici ensemble, on dit bien des ions Calcium mais dans la vie quotidienne on dira le Calcium couramment. Pour leur faire comprendre que l'on a un langage différent. Que c'est comme ça. Donc voilà, le niveau de la Chimie aussi peut-être de temps en temps la concentration. Sur la concentration. Bon là, c'est la même signification. Autrement il y a peu d'exemple de Chimie à mon avis dans la vie quotidienne.

140I d'accord oui. Bon, merci beaucoup.

Annexe 11.4. Transcription de l'observation de classe de Philippe, séance 1

Locuteurs	Productions verbales
	De 00 :00 :00 à 00 :01 :13
P	*(le professeur parle à toute la classe concernant leur difficulté en mathématiques)* Bonjour à tous, vous pouvez vous asseoir. Alors, ce qu'on va faire aujourd'hui, on ne va pas terminer notre chapitre sur le prisme, on va le finir mercredi prochain, donc à la prochaine séance. J'ai vu votre… j'ai vu votre professeur de mathématiques, je lui ai dit bonjour, on s'est dit bonjour, c'est bien de temps en temps, et j'ai discuté avec elle sur la proportionnalité. Vous avez fait un grand flop la dernière fois, les notes sont tombées, donc on va essayer de revoir ça aujourd'hui, c'est important au moins pour certains parce que vous en aviez vraiment besoin la dernière fois, et normalement, on va peut-être travailler ça mercredi. Voilà, ceci étant dit, on va donc commencer un… On va toujours travailler sur la lumière, on va aller un peu plus sur les spectres, donc…
	De 00 :01 :15 à 00 :01 :39
P	Donc le chapitre 6… Donc c'est le chapitre 7, faites attention, la démarcation n'est pas bonne, donc c'est le chapitre 7 *(le professeur distribue aux élèves une ressource : activité 1)*
	De 00 :02 :25 à 00 :04 :00
P	(*le professeur parle à toute la classe*) Alors je vous ai mis les compétences requises, c'est bien, je vous ai mis aussi le plan, donc qu'on sache où on va. D'accord ? Donc on reverra les compétences exigibles… Alors, activité 1, observation*. (le prof lit de la ressource : activité 1)* Observation de différents types de lumières à l'aide d'un spectroscope, *(le professeur montre aux élèves le spectroscope en carton)* donc je vous rappelle le spectroscope, c'est la petite boîte qu'on a ici, on a un réseau, et ici, donc on observe par ici, donc normalement, c'est la lumière du jour. Alors, qu'est-ce qu'on va observer à la lumière du jour ? On va observer une lampe, le soleil n'est pas encore levé, contrairement à vous, il met un peu de temps à se lever, donc on va obtenir le même type de spectre, on va travailler avec une autre lumière qu'avec le soleil. Et aussi, on va examiner, regarder le spectre d'une lumière d'une lampe fluo-compacte. Alors, vous faites attention, pour que ça fonctionne bien, il faut brancher, et ce que vous aurez à faire, c'est toujours pointer le spectroscope en direction de la lumière. Je vous laisse *faire*
	De 00 :04 :02 à 00 :05 :29
P	*(le professeur ferme le néon de la classe pour que les élèves puissent observer le spectre des lampes)* En ambiance zen, tamisée *(le professeur allume la lampe incandescente sur la table du professeur)*… alors, pourquoi j'éteins toutes les lumières ? Pour ne pas qu'il y ait de « mélange ».
E de G7	[…] *(peur d'allumer la lampe et d'observer)*
P	*(le professeur allume la lampe fluo compacte sur le tableau de G7 ; le professeur parle au G7)* Comment mais non ce n'est pas gênant. *(le prof parle au G2)* Alors, non, mais ce n'est pas gênant, regardez, voyez, c'est cassé (*le prof règle le support de la lampe*)… Voilà, vous pouvez vous déplacer, vous avez une paire de jambes… *(le professeur parle à toute la classe)* Alors, allez-y, vous pouvez vous déplacer. Ça marche *(le professeur parle au G2)*. Mais celle-ci *(le professeur se dirige vers la table de professeur pour indiquer la lampe incandescente)* Vous pouvez le voir. (des élèves commence à observer la lampe fluo compacte Allez, vous pouvez déplacer n'est pas peur. Et, là celui-là *(le professeur indique la lampe incandescente)*
	De 00 :05 :48 à 00 :05 :52

P	*(le professeur parle à toute la classe)* Après vous prenez vos stylos en couleurs. Vous faites du coloriage.
	De 00 :05 :53 à 00 :06 :05
P	*(le parle à E de G8)* Comment ?
E de G8	[(00 :05 :55)] (E : la lumière du jour)
P	Alors, *(le professeur dirige sa main vers la lampe incandescente)* la lumière du jour on va prendre le spectre de la lampe, vous allez voir
	De 00 :06 :24 à 00 :06 :57
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Donc j'aimerais voir des petites couleurs… Ah y est, tout le monde, c'est bon (le prof parle au G5)?
	De 00 :06 :59 à 00 :07 :04
P	*(le professeur observe la lampe fluo compacte sur la table de G6 en utilisant le spectroscope en carton)*Vous voyez ?
	De 00 :07 :07 à 0 :07 :14
E1 de G4	*(il lève sa main)*
P	Oui *(le professeur se dirige vers le groupe 4)*
E1 de G4	Quand on regarde avec le spectroscope, il faut regarder les couleurs ?
P	Oui. Oui.
	De 00 :07 :15 à 00 :07 :44 *(le professeur se dirige vers le G7 pour voir ce qu'elles ont fait) ; (le professeur se dirige vers son ordinateur et allume le vidéo projecteur : il met l'activité 1).*
	De 00 :07 :45 à 00 :08 :53
P	Alors… *(le professeur laisse les élèves de dessiner ce qu'ils ont vu)* Allez, on va…
	De 00 :08 :54 à 00 :09 :30
P	c'est bon, c'est fini, allô, allô ? *(le prof se dirige vers le G8)* Alors… Vous êtes quand même au courant de ce que vous observez, allez, Messieurs *(le professeur se dirige vers le G5)* ! Allez ! *(le professeur passe au G1, G2 rapidement pour voir ce qu'ils ont dessiné)*
E2 de G3	*(le professeur se dirige vers le groupe 3 pour voir ce qu'ils ont dessiné)* Qu'est-ce qu'on écrit ?
P	Ce que vous voyez, oui. Alors…
	De 00 :09 :31 à 00 :12 :10 (le *professeur* parle à toute la classe et parfois dessine en même temps)
P	*(le professeur se dirige vers le tableau et indique sur les figures à remplir dans l'activité 1)* Alors, pour rebondir sur ce que vous avez vu à propos de la lumière, aspect lumineux de la lumière du jour, donc c'est le spectre ici, qu'est-ce qu'on a vu ? Oui ?
E	Du bleu.
P	*(il écrit « bleu » sur le tableau dans la place de spectre de la lumière du jour)* Du

	bleu… donc en fait, c'était, on a du bleu…
E	Du vert.
P	Du vert, en fait, rappelez-vous que c'était un vert…*(il écrit sur le tableau « vert »)*
E	Du jaune.
P	Jaune… c'est jaune …*(il écrit sur le tableau « jeune »)*
E	Du rouge.
P	Et du rouge *(il écrit sur le tableau « rouge »)*. Alors, c'était sous forme d'un ?
E	[(00 :10 :11)]
P	Rappelez-vous *(le professeur dessine une flèche du bleu vers rouge et écrit « dégradé »)*, c'était sous forme d'un dégradé. D'accord. Et ici *(le professeur souligne la place spécifique au figure de spectre de la lampe fluo compacte)*, qu'est-ce qu'on a vu ? Qu'est-ce que vous avez vu ? Allez, je vous écoute pour les couleurs.
E	Du rouge.
P	Du rouge, mais c'était une grande bande ?
E	Non
P	C'était comment ?
E	[00 :10 :29)] raie fine
P	un raie fine, ouais *(le professeur dessine une ligne rouge au figure de spectre de la lampe fluo compacte)*. Après ?
E	[00 :10 :35] vert
P	Du vert *(il dessine une ligne vert)*, vous avez vu du vert, d'accord.
E	Du orange, et du rouge.
P	Du orange ?
E	Et du jaune.
P	Orange…(*il dessine une ligne orange entre les lignes rouge et vert*)
E	Il y a du jaune.
P	Après, il y avait quoi ?
E	Du jaune.
P	Du jaune *(il dessine une ligne jaune après la ligne vert)*
E	Le jaune…
P	Et après ?
E	Du bleu et du violet.
P	Du bleu et du violet… Alors, du bleu, bleu, et violet *(il dessine deux lignes suivants : bleu et violet)*. Vous avez vu ça ?

E	Non.
E	Non, j'ai vu un rayonnement de couleur, mais entre chaque couleur, c'était foncé, une couleur foncée.
P	C'est une couleur foncée, effectivement, ceux qui ont vu ça *(le professeur souligne le blanc entre les raies)*, ils ont faux, ce n'est pas ce que vous avez vu, j'espère que vous n'avez pas vu du blanc entre les raies ! C'est du blanc qui était entre les raies, c'était quoi ?
E	Du foncé.
P	Du foncé. Ici, je vais faire en noir, c'est pratiquement du noir. Vous n'avez pas vu du blanc ? Pourtant sur votre copie, vous avez mis du blanc.
E	[00 :11 :39] (il indique que la figure dessinée par l'enseignant ne contient pas entre les lignes colorées du noir).
P	*(l'enseignant dessine entre les lignes colorées des lignes en italique en noir)* Bien sûr. Alors, bien sûr, ici, vous aviez du noir, ce n'était pas un fond blanc.
E	Non.
P	Quand vous avez observé. Ça marche pour le… Ça marche pour le noir ?
	De 00 :12 :12 à 00 :12 :35
P	(*le professeur écrit 400 à gauche et 800 au-dessous du premier spectre qui est à gauche du tableau)* Et ici, bien sûr, vous aviez, là, par rapport aux chiffres, on avait 400 et on avait 800, 800 quoi déjà ? Est-ce que quelqu'un s'en rappelle ? 800 ?
E	[00 :12 :27] Nanomètre
P	800 Nanomètres.
	De 00 :12 :50 à 00 :15 :00
P	*(le professeur parle à toute la classe suite à une question d'un élève)* L'important, d'une part, ce qui est important, c'est la partie noire, et on avait des bandes plus ou moins larges qui étaient identifiées. Allez, je vous demande de décrire chacun des deux spectres, et après de me dire…
E2 de G2	Monsieur ?
P	Oui.
E2 de G2	[00 :13 :10] *(il demande de préciser les chiffres dans le deuxième spectre car le professeur dessine dans le premier spectre du bleu 400 nm vers le rouge 800 nm alors que dans le deuxième spectre il dessine une raie rouge 400 nm vers le raie violet 800 nm)*
P	(*le professeur se dirige vers le tableau pour indiquer que le chiffre dans le deuxième spectre est 800 nm à gauche (raie rouge) et 400 nm à droit (raie violet)* Oui c'est l'inverse.
P	*(le professeur laisse les élèves dessiner et rectifie) (le professeur parle à toute la classe)* Allez, là, j'ai besoin que vous me fassiez une hypothèse après, il faut me décrire les deux spectres. Alors, qu'est-ce qu'on peut dire sur le spectre de la lumière blanche ? Le spectre de la lumière du jour qui était celle-ci ? Il est comment ?
E de G5	En dégradé.

P	Il est en dégradé, ce n'est pas un fond continu, d'accord, c'est un spectre qui est dégradé, c'est à dire qu'on passe du bleu au rouge d'une façon continue, et l'autre spectre, comment on peut le décrire ?
E de G8	Monsieur, on marque ça où ?
P	*(le professeur parle à E de G8)* Sur… Sur votre cahier. C'est pour répondre à la question A *(Décrire chacun des deux spectres). (le prof parle à toute la classe)* Alors, le A, alors ici, on regarde les chiffres, est-ce que vous vous rappelez ce que ça indique ? Allez voir dans le modèle 1. Oui ?
E de G6	La valeur de la longueur d'onde.
P	La valeur de la longueur d'onde, d'accord, la valeur de la longueur d'onde
	De 00 :15 :10 à 00 :16 :42
P	*(le professeur parle à toute la classe)* La description pour le A des deux spectres, donc le spectre de la lumière du jour est un spectre sous forme donc continu, donc on passe du bleu au rouge, mais de façon continue par un dégradé… Et pour le spectre lumineux de la lampe fluo-compacte, comment on peut le décrire ? Comment on peut le décrire ?
E	Il est strié.
P	Il est strié effectivement, c'est un spectre strié. Quelqu'un d'autre a un autre adjectif ?
E	Il est hachuré.
P	Il est hachuré, donc ce qu'on peut peut-être noter, c'est qu'il a un fond qui est quelle couleur ?
E	Noir.
P	Un fond noir, il est hachuré de quoi par quoi ? On voit peut-être des raies qui sont, des raies ou des bandes qui sont… ? Bleues, vertes, qui sont colorées, qui sont perçues colorées.
E de G8	On met quoi ?
P	Vous mettez ce que vous voulez.
E de G8	On met un noir avec…
P	Vous diriez quoi vous ?
E de G8	Des bandes de couleur.
P	Avec des bandes de couleur, d'accord, avec des bandes de couleur. Donc là, on décrit une figure qui s'appelle le spectre…
	De 00 :16 :43 à 00 :18 :02
P	*(le professeur parle à toute la classe en posant une question dans l'activité 1)* Que représentent les parties noires ? Pourquoi c'est noir ? Oui, allez-y.
E2 de G6	parce qu'il n'y a rien.
P	Parce qu'il n'y a rien, parce qu'il y a du vide, on va compléter ?
E	[00 :16 :54]

P	Effectivement… C'est bon ? Alors, ici, pourquoi il y a du noir ? *(il souligne à E2 de G6 pour redire sa réponse)* Donc là…
E2 de G6	Il y a du vide…pas de lumière
P	Alors, parce qu'il y a du vide, parce qu'il n'y a pas de lumière. Alors, dans sa proposition, je dirais qu'il y a une seule partie qui me plaît, c'est laquelle ?
E2 de G6	il n'y a pas de lumière.
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Il n'y a pas de lumière, d'accord ? Ici, donc effectivement, la partie noire va simplement signifier qu'il n'y a pas de lumière. Ça marche ? Vous avez des questions ? On continue pour le A, donc la partie noire, ça signifie qu'on n'a pas de rayon de lumière qui arrive sur cette partie-là *(les élèves écrivent dans leurs cahiers)*
	De 00 :18 :05 à 00 :19 :17
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Maintenant, j'ai une question que je vous renvoie, pourquoi on a deux types de spectre *(c'est une question de l'activité1)* ? Et j'ai besoin en fait, vous devez formuler une hypothèse en disant : « Monsieur » ou en écrivant sur son cahier en disant les raisons pour lesquelles on a deux types de spectre entre la lumière du jour, et la lampe fluo-compacte. À votre avis, donc vous écrivez votre hypothèse, et après, on fera une mise en commun, et normalement il y a quelques idées qui doivent venir. Allez, vous mettez des hypothèses ; après, on va essayer de voir ensemble comment on va pouvoir répondre à ces hypothèses. Donc on a deux types de spectre, à votre avis, pourquoi ?
	De 00 :19 :26 à 00 :19 :41
P	Alors bien sûr, l'hypothèse, on peut l'écrire au stylo, on n'est pas obligé de l'écrire au papier… Comme ça, ça évite de pouvoir effacer, il n'y a pas de bonne ou de mauvaise hypothèse.
	De 00 :19 :43 à 00 :20 :10
	(le professeur se dirige vers le groupe 7)
E2 de G7	*(Elle montre ce qu'il a écrit au prof)*
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Oui, d'accord, mais c'est-à-dire ? Pour vous, ça vient d'où ? Pourquoi on a… Pourquoi on a la lumière avec un spectre à fond continu, et pourquoi on a un spectre avec des bandes ? Effectivement, ce n'est pas la même lumière, d'accord, certes, mais ça vient d'où à votre avis ?
	De 00 :20 :11 à 00 :20 :47
P	*(le professeur se dirige vers le G3)* Alors ?
E2 de G3	[00 :20 :13]
P	D'accord. C'est à vous de voir, après on fera la synthèse
	De 00 :20 :54 à 00 :23 :06
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Alors, ce qu'on peut faire pour vous aider, c'est : on peut noter l'hypothèse, c'est-à-dire que ceux qui n'ont pas d'hypothèse, je leur mets 0… C'est bon ? J'aime bien vous voir écrire au stylo*…(le professeur se dirige vers le G8 et écoute une élève)* OK, pourquoi pas, c'est une idée, d'accord. *(le professeur se dirige vers le groupe 5)*Alors, Messieurs, votre hypothèse ? Ah non… Je ne suis pas sûr que vous fassiez une hypothèse. (le *professeur* se dirige vers les deux groupes 1 et 2) Allez, vous finirez de colorier un petit peu plus tard, d'accord… *(le professeur se*

	dirige vers G6) C'est bon ? (le *professeur* se dirige vers le G5 et écoute l'hypothèse de E2) C'est bon ? C'est votre hypothèse mais elle est bonne. *(le professeur passe au groupe 1 et écoute E2) (le professeur passe au groupe 2 et écoute E1)* la quantité. *(le professeur parle à toute la classe)* Est-ce que tout le monde a fait son hypothèse ? C'est bon ?
	De 00 :23 :07 à 00 :26 :30
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Alors, on va… Oui votre hypothèse *(il souligne par sa main à l'E1 de G5)* ?
E1 de G5	La lumière est plus blanche que la lumière du jour.
P	D'accord. Donc c'est, si je reformule, c'est une question de couleur, pour vous, donc la fluo-compacte, puisqu'elle est blanche, on a un spectre…par
E1 de G5	Qui est séparé.
P	Qui est séparé, d'accord. Oui *(il souligne par sa main à l'E2 de G5)* ?
E2 de G5	En fait, la lumière de la fluo-compacte, elle est séparée, il n'y a pas de couleurs en même temps, c'est juste [00 :23 :49]
P	Oui… Donc vous, c'est dans la production en elle-même ?
E2 de G5	Hmm.
P	D'accord. Oui. Après *(il souligne par sa main à l'E1 de G6)* ?
E1 de G6	La lumière du jour, elle est naturelle, et elle a plus d'intensité.
P	Donc là, on a un aspect intensité du fait que ce soit naturel. Après, autre point ? Oui ?
E de G7 ou de G8	Elles n'ont pas la même puissance [00 :24 :13]
P	Elles n'ont pas la même puissance, c'est-à-dire quelle est la plus puissante ?
E de G7 ou de G8	[0 :24 :19]
P	D'accord. Après, vous avez mis quoi (il souligne par sa main à l'E2 de G3) ?
E2 de G3	Que c'était une lumière blanche, ce n'était pas les mêmes rayons.
P	Pas les mêmes rayons, c'est-à-dire ?
E2 de G3	Pas les mêmes rayons lumineux qui arrivaient dans le spectroscope.
P	Oui, mais… et pourquoi vous n'avez pas les mêmes rayons lumineux ?
E2 de G3	Je ne sais pas… c'est la lumière qui la diffuse.
P	Vous avez mis quoi (*il souligne par sa main à l'E1 de G2*)?
E1 de G2	Parce qu'il n'y a pas la même quantité de lumière.
P	Pas la même quantité de lumière, c'est-à-dire ?
E1 de G2	[00 :24 :51]
P	Il y en a plus où ?

E1 de G2	[00 :24 :56]
P	D'accord, donc ça veut dire que dans mon appareil ici, il y a plus de lumière qui arrive dans mon spectroscope, et c'est la raison pour laquelle j'ai des parties striées ?
E1 de G2	Elle est plus douce la lumière du jour, donc [00 :25 :13]
P	D'accord, OK, donc là, c'est une impression dans la… Un ressenti, d'accord. Après, vous avez mis quoi (il souligne par sa main à l'E1 de G1) ?
E1 de G1	[00 :25 :26] (elle ne parle pas)
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Tout à l'heure, quand j'ai demandé si tout le monde avait fait son hypothèse, vous m'avez dit oui.
E1 de G1	Non…
P	Alors, oui (il souligne par sa main à l'E2 de G1) ?
E2 de G1	Ce n'est pas la même intensité [00 :25 :40]
P	D'accord. Après, est-ce qu'il y avait autre chose ? Oui (E1 de G2) ?
E1 de G2	Peut-être parce que la lumière du jour aussi, c'est des rayons naturels…
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Alors, ici, effectivement, ce qu'on va faire, je suis un peu désolé, normalement, je n'aurais pas dû utiliser ceci *(il souligne la lampe incandescente sur la table de prof)*, j'aurais dû utiliser seulement la lumière du jour. Donc on va travailler sur le fait que ce soit naturel ou pas. Effectivement, l'une des hypothèses qui revient souvent, la différence, c'est que celle-ci, c'est une lumière qui n'est pas naturelle, alors que celle du soleil est naturelle. Alors, ici, on va continuer…
	De 00 :26 :31 à 00 :31 :31
P	*(le professeur distribue aux élèves la suite de l'activité 1)* L'autre groupe aura plus de chance puisqu'avec l'autre groupe, on va directement observer la lumière du jour. Alors, ce n'est pas parce qu'ils sont plus efficaces, c'est parce qu'ils arrivent plus tard dans la matinée, le soleil se sera levé. Alors, ici, on va vérifier l'hypothèse du fait que ce soit… votre hypothèse sur naturel ou non naturel en observant le spectre d'une lampe à filament, et celui d'une flamme. Alors, on va utiliser un bec bunsen, qui a déjà utilisé un bec bunsen ? Alors, on l'utilise de moins en moins dans le collège, et ici, pratiquement au lycée, ce sera pratiquement la seule fois où vous aurez à l'utiliser. Le bec bunsen *(le prof souligne par sa main le bec Bunsen sur la table de prof)*, c'est ceci, voilà, donc il y a le gaz qui arrive… Alors, par mesure de sécurité, ici, on va mettre la ventilation, alors ça fait un peu de bruit, ce n'est pas gênant, pas trop, ça ne va pas trop durer. Alors, ce qu'on va faire, je vais… Alors, ici, on va observer le spectre d'une flamme, alors ici, on va éteindre les lumières, vous faites attention de ne pas approcher trop près de la flamme parce que ça risque de brûler, ça serait un peu ballot de devoir appeler les pompiers pour ça. *(le prof éteint le néon de classe pour pouvoir observer le spectre de flamme)* Toujours pareil, vous allez pouvoir donc vous déplacer… ça marche. Vous vous déplacez ? Non, mais de loin, il faut absolument vous déplacer parce que vous n'allez pas pouvoir observer, donc allez… Vous pouvez même vous rapprocher un peu plus, n'ayez pas peur ! Une fois que vous avez vu, vous sortez… *(des élèves passent pour observer le spectre de flamme)* C'est bon ? Allez, tout le monde est passé ? Vous pouvez vous déplacer, il y a encore de la place. C'est bon, vous avez vu ?
E	Non.
P	Il y a de la place maintenant. Est-ce que tout le monde a vu ? C'est bon ? Alors… C'est bon ? Alors, ici, par mesure de sécurité, quand je vais éteindre le ventilateur, la

	flamme va s'éteindre… normalement ! Voilà. *(le prof allume le néon de la salle)*
	(le professeur laisse les élèves dessiner ce qu'ils ont vu)
	De 00 :32 :00 à 00 :34 :52
P	Qu'est-ce qu'on vous demande ?
E	La catégorie.
P	La catégorie, on vous demande la catégorie.
E	c'est quoi les catégories Monsieur ?
P	*Faites les activités ! Commentez. Oui, donc commenter ce spectre-là…*
E	C'est le même que celui de la lampe.
P	c'est le même que celui du soleil ?
E	C'est quoi lampe à filament ?
P	C'est ceci. Que j'ai une lampe à filament *(il souligne le bec Bunsen),* que j'ai un soleil, ou que j'ai le bec bunsen, une flamme, c'est le même spectre, donc ce n'est pas l'origine naturelle ou l'électricité qui marche. Alors qu'est-ce qu'il y a comme explication ?
E de G8	C'est pas [00 :33 :01] la lampe à filament et le soleil est chaud
P	Effectivement, je vous assure que ne mettez pas votre main ici parce que l'ampoule est chaude, par contre, quand vous avez à remplacer, je ne sais pas si vous cassez de temps en temps chez vous des lumières qui ne fonctionnent pas, quand c'est un néon ou une lampe fluo-compacte, sans problème, vous pouvez essayer de toucher l'ampoule sans risquer de vous brûler. Par contre, une ampoule à filament, une fois qu'elle a éclairé pendant cinq minutes, il faut attendre qu'elle refroidisse pour pouvoir la changer. Donc là, effectivement, c'est une question de température, donc là, toutes ces lampes-là, ça, c'est chaud, le soleil, je n'ai pas été voir, mais apparemment, c'est chaud aussi. La flamme aussi, elle est chaude, par contre, la fluo-compacte, l'une des grandes différences, c'est qu'elle est froide.
E	[00 :33 :52]
P	Effectivement. Alors, l'espèce de poudre, ça nous permet autre chose, ça a un autre rôle. Il y a effectivement une espèce de poudre qui est recouverte sur la partie en verre, ça a un rôle, d'accord, on va reposer la question la semaine prochaine.
E1 de G2	Mais, du coup, comment ça se fait que ça ne chauffe pas ?
P	Parce que la lumière est produite par un autre système.
E1 de G2	Lequel ?
P	On verra tout à l'heure, chaque chose en son temps. Alors, c'est bon ?
	De 00 :35 :00 à 00 :36 :15
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Allez, vous me remplissez le tableau, parce qu'on vous demande les catégories du spectre obtenu. Est-ce que vous avez fait tout ce qui était sur l'activité ? Donc en fait, la conclusion, c'est qu'on a le même type de spectre, d'accord, et la différence venait qu'il y a une source de chaleur chaude, et l'autre une source de chaleur froide. Alors, lire le modèle, est-ce que vous l'avez ?

E	Non.
P	Il faut le demander. Ça permet de voir ceux qui suivent ou pas les activités !
	(le professeur distribue aux élèves la ressource : le modèle) (pour préciser le type de spectre dans la suite de l'activité 1, le prof distribue le modèle à lire)
	De 00 :36 :17 à 00 :39 :55
P	*(le professeur allume le vidéo projecteur : il ouvre la ressource « modèle »)* On vous a rappelé qu'est-ce que c'est un spectre, définition d'un spectre. Après, différents types de spectre. Donc il existe trois grandes catégories de spectre découvertes en 1849 par initialement Kirchhoff, donc voilà… Allez, je vous laisse… me dire de quelles catégories sont les différents spectres. Ah y est ? On va pouvoir faire la… Alors…
	(le professeur laisse les élèves lire le modèle)
	De 00 :39 :56 à 00 :41 :35
P	*(le professeur montre la suite de l'activité 1 ; il parle à toute la classe*) Pour la lampe fluo-compacte, alors, c'est exactement la même chose que pour le néon, oui *(le professeur souligne par sa mai à un élève de G7 ou G8)*?
E de G7 ou G8	c'est un spectre d'absorption.
P	Spectre d'absorption, donc spectre d'absorption, on va dire ce que c'est (*le professeur se dirige vers l'ordinateur et revient à la ressource : modèle)*. « Un gaz froid éclairé par une source de rayonnement absorbe certaines ondes produisant un spectre de raies d'absorption, des raies noires ». *(le professeur pose l'interrogation suivante à toute la classe concernant le spectre de fluo compacte)* Alors, est-ce qu'on a un spectre continu ?
E de G7 ou de G8	Non.
P	En fait, ici, (*le professeur conclut que le spectre de fluo compacte)* c'est un spectre de raies d'émission. *(le professeur s'appuie sur le modèle)* Un gaz excité électriquement, donc on vous dit comment ça se passe, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde caractéristiques de la composition de ce gaz. Le spectre de lumière émise présente donc des raies d'émission, on dit que ce spectre est discontinu ou que c'est un spectre de raies. Un gaz excité électriquement émet une lumière dont le spectre est discontinu. Alors, donc après, pour le filament ?
E	Émission.
P	Oui, d'émission, c'est-à-dire ?...
E	(pas de réponse)
P	Un spectre continu d'émission sur le fait … alors que l'autre c'est le spectre de raies d'émission
	Problème de voir des raies noires chez une élève E2 de G2 dans le spectre de néon. Pour cela, le prof observe lui-même le spectre de néon.
	De 00 :44 :01 à 00 :44 :54
P	*(le professeur se dirige vers le groupe 2 et prend le spectroscope pour observer le spectre de néon de la salle)* Alors… En fait, effectivement, les bandes sont un peu plus larges, mais entre les bandes, on voit un petit peu de noir, c'est ce que je vois, c'est très bien ce qu'il faut voir, mais j'aimerais que vous arriviez à voir ce que je vois. Vous

	n'avez pas vu les bandes noires ?
E2 de G2	*(le professeur donne le spectroscope à E2 de G2 qu'elle observe le spectre de néon)* Elles sont minuscules.
P	Elles sont minuscules. En fait, ici, plus un néon est performant, moins les bandes noires seront épaisses. Donc la poudre blanche qu'on met, c'est pour éviter en fait que les bandes noires soient très importantes. Vous voyez ?
	(le professeur distribue l'activité 2 aux élèves : lumière émise par un corps chauffé)
	De 00 :47 :50 à 00 :50 :28
P	*(le professeur parle à toute la classe*) Allez, donc ici, lumière émise par un corps chauffé, étude des spectres de la lumière émise par une ampoule à incandescence. Donc ici, donc celle-ci, et il doit y en avoir une autre là. Elles ne vont pas avoir la même couleur, donc on dispose d'une ampoule à filament dans laquelle on peut faire passer un courant d'intensité plus ou moins grand, pour ceci, on utilise une résistance variable, plus l'intensité du courant est importante, plus le filament de la lampe s'échauffe. Prévoir ce que l'on va observer lorsqu'on augmente l'intensité du courant, et l'inverse, en termes de couleur de lumière, en termes de spectre de la lumière émise. Complétez la partie prévision du tableau ci-dessous. Oui, donc ici, on a deux prévisions, donc on a une lampe qui brille peu, et une lampe qui brille fortement, quelle va être la couleur. J'ai donné des indications sans faire exprès… Et aussi, donnez-moi son spectre, comment va être son spectre ? Faire des prévisions. **(00 :49:08)** Alors de quoi vous avez besoin ? Déjà, est-ce que les deux ampoules, on sait qu'elles sont froides ou chaudes ?
E	Chaudes.
P	chaudes, ça donne une indication. Maintenant, l'autre indication par rapport aux couleurs, rappelez-vous qu'on a fait la réfraction de la dispersion, on avait décomposé la lumière grâce à quoi ?
E	À un prisme.
P	Grâce à un prisme, et qu'est-ce qu'on avait obtenu ?
E	Un dégradé.
P	On avait obtenu un dégradé, on a obtenu du bleu au rouge en dégradé. Ça, c'était pour la lumière blanche. Il y a deux points d'appui qui peuvent vous servir à faire votre prévision. Voilà, donc, vous pouvez prendre, puisque vous avez un spectre, vous pouvez soit écrire ce qu'on va obtenir, ou soit prendre quelques couleurs, et colorier.
	De 01 :04 :45 à 01 :06 :55
P	*(le professeur parle à toute la classe*) Alors, si vous voulez prendre la parole, levez le doigt. Je vous écoute, qu'est-ce que vous avez observé ?
E de G8	La lumière qui est sur [01 :04 :52], il y a plus de couleurs que dans la lumière qui est…
P	D'accord, déjà, vous avez observé que celle-ci était pratiquement blanche *(lampe brillante),* et celle-ci *(lampe faible)* ?
E	Jaune.
P	Jaune. Oui ?
E1 de G3	Moi, dans la lumière (*lampe brillante*) [01 :05 :08]

P	Qu'y voyez-vous ?
E1 de G3	C'était plutôt longue…
P	Qu'est-ce qui était plus longue ?
E1 de G3	[01 :05 :16] le couleur est étalé
P	Le couleur est étalé. Donc on avait du… On avait du bleu au rouge…
E1 de G3	[01 :05 :27] En fait, je trouvais que c'était plus fin déjà, et moins long *(dans le cas de la lampe faible)*, et qu'il y avait du jaune et du vert entre…
P	On voyait bien le jaune et le vert, on ne voyait pas du tout le bleu… *(le professeur éteint le néon de classe et allume la lampe faible et regarde son spectre)* Est-ce que vous avez vraiment… parce que je ne vois pas la même chose que vous, et pourtant, j'ai plutôt une bonne vue, est-ce que vous avez vraiment mis en contact, vous auriez presque pu le mettre en contact, parce qu'ici, on aurait vu quoi ?
E1 de G5	Que les couleurs, elles ne sont pas vraiment plus intenses dans le spectroscope, ou le prisme.
P	En fait, ici, qu'est-ce qu'on aurait dû voir ? On aurait dû voir toutes les couleurs, sauf le bleu *(dans le cas de la lampe faible)*. Donc visiblement, même le rouge, j'arrive à le voir parce que quand je me colle vraiment, alors je vais peut-être vous montrer, si vous voulez bien, regardez… ici…
	De 01 :08 :53 à 01 :10 :15
P	*(Expérience faite par l'enseignant lui-même)* Pourquoi la lampe est jaune parce que toutes les radiations perçues bleus ne sont pas présentes. Pourquoi l'autre lumière paraît blanche parce que toutes les radiations du violet, du bleu au rouge sont présentes. Donc là, normalement, c'est pour faire un petit rappel de ce que vous avez vu, on a vu que le prisme, qui est là, décompose la lumière, quand je mets ma loupe, une lentille convergente, en fait, je vais refaire ma lumière. Si j'ai toutes les couleurs, donc toutes les radiations sont présentes du rouge au bleu, orange, on aura du blanc, par contre, si les radiations bleues sont absentes, c'est du jaune et même si à la rigueur, ceux-là à la rigueur perdent du rouge, qu'est-ce que je vais faire ? J'ai vraiment une lumière de couleur rouge parce que j'ai enlevé toutes les radiations qui sont après le rouge. Pour l'instant, là, je ne peux pas pour l'instant, j'ai le choix entre lumière blanche, et la lumière rouge – orange, mais bien sûr, j'aurais pu faire comme ceci, mais là, c'est vraiment pour faire le lien entre mon spectre, la sélection des radiations et la couleur. Ça marche ?
	De 01 :10 :16 à 01 :15 :00 P alors quelle influence de la température sur le spectre de la lumière émise ? Quelle est l'influence à votre avis ? Quelle influence de la température sur le spectre sur le spectre de la lumière émise ? *(P rappel les élèves d'un contrat vous avez une lettre avec parenthèse ça vaut dire E de classe : écrire P : écrire avoir une réponse écrite)* P : *(le professeur lit du modèle)* donc plus la température sera élevée plus on aura sur le spectre la présence des radiations vers les couleurs vers bleu perçu dans le spectre …donc plus la température sera élevée plus on aura la présence des radiations bleu. P reprend la question 3) a indiquer la couleur émise par une tige.. ? E rouge P rouge 2) justifiez chauffez à blanc ? là ici (lampe moins fort) est rouge et l'autre quand elle chauffe beaucoup sera blanc P chauffer à blanc c'est-à-dire la température de plus en plus élevée une température plus élevée.
	De 01 :15 :38 à 01 :20 :30
P	(*il allume le vidéo projecteur : activité 2)* Alors, une petite chose, je partage avec vous ceci. Alors, 400 nanomètres *(il dessine du bleu, du vert, du rouge dans le spectre de la*

	lampe brille fort), donc on a du bleu, donc on va avoir du bleu, donc là, bien sûr, je n'ai que trois couleurs, donc on fait un dégradé, là, je vais avoir du rouge… Donc là, c'est un dégradé. Maintenant, pour celle qui ne brille pas beaucoup, vous faites la différence. Allô, allô ? Ici, puisque je n'ai pratiquement pas de bleu, qu'est-ce que je vais avoir ?
E	[(01 :16 :40)]
P	Rien à la place du bleu, donc ici, si je traduis bien ce que vous avez dit *(il dessine du rouge à droite et du vert au milieu dans le spectre de la lampe qui brille un peu),* là, ceci, ceci… Donc c'est un dégradé à chaque fois, et là *(la place du bleu)*, je vais faire quoi ?
E	Du noir.
P	Du noir, d'accord. Et là, j'ai du noir, ici, le noir *(il dessine du noir à la place du bleu),* ça correspond à l'absence de radiations. Ici, le point important, une question qui avait été soulevée, là, ici, à 800, je vais toujours avoir du rouge, donc à chaque radiation va correspondre une couleur perçue. Ça marche pour tout le monde ? Même pour celles qui discutent au fond ?
E	Oui.
P	Donc là, vous avez tout ça sur vos cahiers correctement ? Donc là, bien sûr, je dois avoir une partie noire, et plus ma lampe, moins elle sera chaude, plus cette partie-là, plus j'aurais de plus en plus de noir. Quelque chose qui sera vraiment rouge, j'aurais vraiment ceci, et une autre partie en noir. Ça marche ? En fait, il y a du jaune, mais j'ai un souci… Soit vous mettez continu, c'est comme vous voulez… Alors, par rapport à ce que je vous demande, en aucun cas, je ne vais vous demander de faire un spectre de la lumière, d'accord, n'apprenez pas les couleurs dans quel sens elles vont, dans quelle direction, c'est seulement on sait que le bleu, c'est environ 400 nanomètres, le rouge, 800 nanomètres, c'est tout, en aucun cas, n'apprenez le vert, le jaune, ainsi de suite, ça ne sert à rien, je ne vais pas vous le demander, mais bon, si vous ne savez pas quoi faire pendant les vacances, je ne m'oppose pas. C'est comme vous voulez, c'est open.
E	Il y a du jaune
P	Alors, moi, je n'ai pas de jaune, je n'ai mis que du vert et du rouge, vous pouvez mettre du jaune, effectivement il y a du jaune, mais moi, j'ai mis, en fait, j'ai mis un dégradé parce qu'en fait, rappelez-vous, il y a combien de couleurs ?
E	En tout ? Cinq.
E	Six.
P	Comme l'arc-en-ciel, dans l'arc-en-ciel, il y a combien de couleurs ?
E	Six ou sept.
P	On ne l'a pas dit il y a deux semaines ? Une infinité. Il y a une infinité de couleurs. En fait, on en perçoit cinq ou sept, on aime bien le chiffre sept, donc on reste sur sept, mais c'est l'œil, il n'est pas si performant que ça… Il y a de très nombreuses couleurs. La lumière noire n'existe pas ! Alors, même si plus tard, on va vous dire que dans cette maison, il y a de la lumière noire, ça n'existe pas, vous êtes un peu jeune, vous le verrez plus tard.
	(le professeur distribue une ressource : partie B une interprétation de la couleur des étoiles)

Annexe 11.5. Transcription de l'observation de classe de Philippe, séance 3

Locuteurs	Productions verbales
	De 00 :00 :01 à 00 :04 :32
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Alors, qu'est-ce qu'un spectre ? C'est ce qu'on a fait la semaine dernière, donc qu'est-ce qu'un spectre pour vous ? *(le professeur souligne par sa main à l'E de G 6)* Oui?
E de G6	C'est la lumière.
P	C'est la lumière. On va peut-être voir. *(le professeur souligne par sa main à l'E de G 6)* Oui?
E2 de G2	C'est des rayons lumineux.
P	C'est des rayons lumineux. Effectivement, le spectre lumineux, c'est la composition de la lumière, des différentes radiations en fonction de longueur d'onde, ça, c'est d'abord la première définition d'un spectre. Deuxième définition, on vous demande de représenter un spectre, qu'est-ce que vous faites ? Comment ?
E de G2	[00 :00 :40] pas de réponse.
P	Qu'est-ce que vous faites quand je vous demande de représenter un spectre ? Donc d'une part, le spectre, on a dit c'est l'ensemble des radiations, d'accord… *(le professeur souligne par sa main à l'E de G 7 ou G8)* Oui ?
E	[00 :00 :50]… sur la lumière
P	*(le professeur parle à toute la classe)* Alors, en fait ici, ce qui était bien, c'est qu'elle s'est servie aussi de ses doigts pour bien expliquer, donc elle a fait comme ceci, d'accord, mais c'est très bien, en fait j'ai compris ce que vous voulez dire. En fait, ici, quand vous faites comme ceci, c'est aussi la figure qu'on fait, le petit dessin avec les crayons de couleur, donc c'est aussi le spectre, c'est la figure qu'on obtient sur le cahier, d'accord, ou la figure qu'on obtient ici *(le professeur montre aux élèves le spectroscope en carton)*, avec… c'est quoi déjà ça ? Un spectroscope. Donc qu'est-ce qu'on a vu comme propriétés par rapport à la semaine dernière ? Donc tout le monde a vu son cahier ce matin, ou hier soir ? Alors, je peux presque vous demander de prendre une copie et de me rédiger en cinq minutes ce qu'on a fait la semaine dernière, *(le professeur souligne par sa main à l'E2 de G2)* oui ?
E2 de G2	[00 :01 :56] différents sources de lumière.
P	On a différentes sources de lumière, c'est-à-dire ? *(le professeur souligne par sa main à l'E2 de G1)* Oui ?
E2 de G1	[00 :02 :01]
P	Ah, différentes, donc là, c'est deux choses différentes, d'accord. On va les traiter. *(le professeur souligne par sa main à l'E3 de G*6) Oui ?
E3 de G6	Moi, je me souviens que [00 :02 :14]
P	Alors ici, un truc comme ça, c'est-à-dire le bleu le moins fort, le rouge le plus fort *(le professeur souligne par sa main à l'E2 de G2)* ?
E2 de G2	[(00 :02 :32)]
P	Oui, celle qui ressemble au soleil, c'était quel type de sources ?

E2 de G2	[(00 :02 :43)]
P	Alors, effectivement, donc là, la source de lumière, de lumière chaude, donc c'était soit une ampoule incandescente, ou soit le soleil, ou à la rigueur le bec bunsen, d'accord. L'autre source de lumière, c'était le type néon, ou la lampe que vous aviez, d'accord, donc dans lequel on avait une décharge électrique. D'accord, donc ça, c'est fait, deux sources de lumière. Maintenant, on en vient à la température, on avait dit, le bleu, c'est moins, c'est plus ? *(le professeur souligne par sa main à l'E1 de G6)* Oui ?
E1 de G6	Le bleu, c'est [00 :03 :19]
P	D'accord. Donc ça, c'est la longueur d'onde, c'est ce qui permet de caractériser une radiation, mais alors, par rapport à la température, qu'est-ce qu'on avait vu ? On avait vu ou pas la température ? *(le professeur souligne par sa main à l'E2 de G2)* Oui ?
E2 de G2	[00 :03 :36]
P	Quand l'intensité est moins élevée, les radiations de couleur bleue…
E2 de G2	[(00 :03 :48)]
P	Oui.
E2 de G2	[00 :03 :50]
P	D'accord. Donc si elle disparaissait, donc elle n'y était pas. Donc si on enlève le bleu, qu'est-ce qu'il me reste ? Comment vous voyez…
E de G7 ou G88	[00 :04 :04] rouge, jaune.
P	C'était rouge, jaune, effectivement. D'accord, donc là, c'était à faible température. Par contre, quand j'augmentais la tension de mon ampoule, donc on avait dit, donc l'ampoule, la lumière devenait plus intense, donc plus chaude, et mon spectre était comment ?
E de G6	Plus long ?
P	Il était complet, il y avait même cette fois-ci les radiations de couleur bleue sur mon spectre, et quelle couleur était la lumière ?
E	Blanche.
P	Blanche. C'est bon pour tout le monde ?
	00 :04 :33 à 00 :08 :34
	P présente les trois lampes spectrales pour voir leur spectre pour l'activité 3; il prépare et allume les trois lampes ; mais avant il interroge si les élèves ont fait la suite de l'activité 2-partie b (devoir) ; il allume le vidéo projecteur sur la suite de l'activité 2.
	De 00 :08 :35 à 00 :18 :50 (résoudre de l'activité 2)
P	Allez. Oui ?
E	[00 :08 :37]
P	D'accord. Alors, *(le professeur lit la question a de l'activité 2-partie b)* lorsqu'une étoile, « lorsqu'on observe une étoile à l'œil nu, quelle est sa couleur » *(le professeur souligne par sa main à l'E1 de G3)*?
E1 de G3	[00 :08 :50]

P	*(le professeur parle à toute la classe)* D'accord. Tout le monde est d'accord ou est-ce que d'autres ont d'autres couleurs ?
E	Jaune.
P	Jaune, d'accord. Est-ce que certains passent leur temps à un petit peu regarder les étoiles ?
E2 de G6	Bleu claire
P	D'accord, bleu clair. Donc il y a différentes couleurs, c'est normal qu'il y ait différentes couleurs ou pas ?
E de G6	[00 :09 :13] la température
P	voilà, effectivement, c'est ce qu'on a vu la semaine dernière, donc c'est en fonction de la température de l'étoile, donc en fonction de sa température, l'étoile va apparaître d'une certaine couleur. Notre étoile…
E	[00 :09 :26]
P	Elle n'a pas qu'une couleur notre étoile ?
E	Elle est bleue.
P	Ah, elle est bleue ? C'est la raison pour laquelle quand on est petit, c'est-à-dire qu'on est en primaire, quand on a besoin de faire un soleil, on fait un soleil bleu ?
E	Non.
E	Rouge.
E	Jaune.
P	Je ne vous ai pas demandé au coucher du soleil, d'accord. Généralement, quand on est petit, on fait souvent le soleil jaune, donc c'est aussi peut-être la couleur dont on perçoit le soleil. D'accord ? Donc le soleil est plutôt de couleur jaune.
E1 de G2	[00 :10 :00]
P	*(le professeur souligne par sa main à l'E1 de G2)* Oui.
E	[00 :10 :05]
P	Très bien. *(le professeur continue les questions de l'activité 2- partie b en lisant la question b)* « Faire la liste des propriétés qui, à votre avis, distinguent une étoile d'une autre ? » À votre avis ? Donc on a quelques étoiles dans l'univers, pas mal même, oui ?
E2 de G2	[00 :10 :24]
P	Alors, la chaleur, je préfère dire la température, voyez, après, leur taille, elles sont plus ou moins grosses. Oui, et puis troisième paramètre ?
E2 de G2	L'éloignement.
P	L'éloignement, la distance par rapport à la terre. Oui ?
E2 de G1	L'âge qu'elles ont.
P	l'âge qu'elles ont, d'accord, oui.

E de G8	Leur puissance lumineuse.
P	Oui, leur puissance lumineuse, justement, il y en a qui illuminent beaucoup moins que d'autres. Autre chose ?
E de G8	Je ne suis pas sûre, mais est-ce que [00 :10 :56] la gravité
P	La gravité, on peut peut-être… Alors, c'est leur masse. Autre chose ou pas ? C'est bon ? Alors, petite question, la composition d'une étoile, est-ce que ce sont les mêmes propositions ? Est-ce que toutes les étoiles ont les mêmes compositions ?
E	[(00 :11 :23)]
P	Après, je ne sais pas, je n'ai pas la réponse maintenant. Une étoile, c'est composé de quoi une étoile ?
E de G6	L'atmosphère.
P	Oui, l'atmosphère, d'accord, mais il y a quoi d'autre ?
E de G8	De poussière.
P	De poussière, donc une étoile, ce n'est que de la poussière ?
E	Non.
P	Ça serait quoi l'étoile ? Pour vous, de toute façon, on va donner la réponse juste après.
E2 de G1	Il n'y a pas une composition gazeuse ?
P	Composition gazeuse, d'accord. OK. Donc là, on va vers la composition d'une étoile. Donc on verra ce qu'elle est. Apprenons à déterminer la température d'une étoile grâce à son spectre, *(le professeur pose la question c de l'activité 2 – partie b)* « comment peut-on, si on dispose des spectres de deux étoiles, distinguer la plus froide de la plus chaude ? Juste ici la réponse », donc comment on peut faire pour distinguer les étoiles ? La plus chaude et la plus froide ? Oui ?
E de G4	la regarder avec un spectroscope, et leur couleur, si elles sont plus rouges ou bleues.
P	Tout à fait. Alors, avec un spectroscope, les astronautes, ils n'utilisent pas ça, bien sûr. Ils utilisent quoi pour regarder les étoiles ? On l'apprend au lycée ça. Qu'est-ce qu'on utilise ?
E de G5	[00 :12 :55] *(elle indique au spectroscope de Kirchhoff et Bunsen)*
P	*(il tient le spectroscope de Kirchhoff et Bunsen)* On utilise ça pour regarder les étoiles ?
E de G5	Ça ressemble à ça, mais pas que.
P	Parce qu'on fait comme ça ? Donc on utilise ceci, et puis on pointe son étoile ? C'est le job des astronautes ? Qu'est-ce qu'on utilise ?
E	Une lunette astronomique.
P	Une lunette astronomique, aussi ?
E	Un télescope ?
P	Un télescope par exemple. Alors, bien sûr, ça, c'est vraiment un cas d'école, ce n'est pas… C'est une première approche. *(le professeur pose la question suivante de*

	l'activité 2 – partie b) « Alors redonner à chaque étoile sa température de surface, donc 3 000°, 5 500°, 8 000 °C, 10 000 °C ». Température moyenne, donc on a…
E	[00 :13 :41]
P	Alors, en fait, ce qui distingue la plus froide de la plus chaude, la plus froide, elle n'a pas de radiation de couleur bleue perçue. Donc effectivement… Alors, la plus froide n'a pas de radiation de couleur bleue perçue, et sur le spectre, on n'a pas de couleur bleue. Ça marche ?
E	En gros, [00 :14 :28] ?
P	Voilà, c'est ça. Quand c'est rouge, il n'y a pratiquement que du rouge, et quand c'est un peu plus chaud, plus ça va être chaud, plus je vais avoir des radiations bleues qui vont s'ajouter. Alors, redonner à chaque étoile sa température de surface, bon, alors, qui l'a fait ? Normalement, tout le monde a dû le faire, donc je peux donner le stylo à n'importe qui. Allez, sans filet ! Alors, donc ça va être une proposition*…(il donne le stylo à E1 de G2)*
E1 de G2	(*elle se dirige vers le tableau pour remplir le tableau de l'activité 2 – partie b)* On a dit plus c'est chaud, plus il y a de bleu ?
P	c'est ça, tout à fait.
E1 de G2	*(elle écrit 10000 dans la case bleutée)*
P	Alors, là, celle qui est bleutée, ça va être celle qui va être la… ?
E1 de G2	Plus chaude.
P	Plus chaude. Vous avez raison, 10 000 °C. Après. On peut déjà faire peut-être… Le soleil, quelle couleur il est ?
E1 de G2	Jaune. *(elle réfléchit)*
P	Jaune. Maintenant, (*le professeur donne une aide*) on a fait la plus chaude, on peut faire maintenant la plus froide.
E1 de G2	Celle-là *(elle écrit 3000 °C dans la case rouge)*.
P	Tout à fait, la plus froide, il n'y a pratiquement que des radiations de couleur rouge perçues. *(le prof donne une aide)* Alors, maintenant, entre la blanche et le jaune ? D'accord.
E1 de G2	*(elle écrit sa réponse dans les deux cas restants)*
P	Vous êtes d'accord ou pas ? Allô, allô !
E de G6	Non.
P	Pourquoi ?
E de G6	Parce que le soleil, il est plus chaud.
P	Plus chaud que quoi ?
E de G6	Que les autres étoiles.
P	De toute façon, déjà, on a vu que celle-ci était bleutée, c'était la plus chaude. C'est celle qui a le plus de radiations de couleur bleue, et il y a tellement de radiations de couleur bleue que les autres, on ne les voit pratiquement pas.

E de G6	Alors ça veut dire [00 :16 :41] que le soleil.
P	Ce n'est pas dit que ça éclaire plus que le soleil, ça dépend à quelle distance, nous, on est, l'étoile la plus proche de nous, c'est quand même le soleil, les autres étoiles sont beaucoup plus loin, donc on les perçoit moins, mais nous, on parle seulement par rapport à la couleur. Donc la couleur de celle-ci avec un télescope, si j'observe avec un télescope, on la perçoit bleue immédiatement, on sait que c'est la plus chaude parce que je n'ai que des radiations bleues, il y en a tellement, elle est tellement chaude qu'elle ne va émettre principalement que des radiations de couleur bleue perçues. Celle-ci, la rouge, elle est tellement « froide », 3 000 °C, donc elle est tellement froide qu'elle n'émet pas de radiations bleues perçues, elle n'émet que des radiations rouges. Après, il y a le choix entre le blanc et le jaune. Ici, le jaune, lumière blanche, c'est toutes les radiations du spectre, donc là, je vais avoir du bleu, ici, le jaune, il n'y a pas de bleu, il nous manque les radiations de couleur bleue. C'est bon ? Alors, on dit : lire le paragraphe sur l'influence de la température d'un corps chaud sur le spectre de la lumière qu'il émet, oui, on a déjà vu… Oui ?
E	[00 :18 :12]
P	Donc on va aller voir. *(le professeur revient à la ressource : modèle)* Alors c'est ici, plus la température, donc un spectre continu d'émission puisqu'on est dans un corps chaud, on a donc un spectre d'émission continue, « plus la température est élevée, plus le spectre de la lumière émise s'enrichit ou se décale vers des faibles longueurs d'onde ». Donc 400 nanomètres, rappelez-vous, c'est la longueur d'onde des radiations perçues. Ça marche pour tout le monde ?
	Activité : regarder les spectres des lampes spectrales *(le professeur distribue aux élèves la ressource de l'activité 3. Allez ! quand je vous donne une activité on la colle et …les élèves lisent (P cherche la lampe fluo compacte et l'allume)*
	De 00 :21 :12 à 00 :22 :23
P	*(le professeur parle à toute la classe et montrer aux élèves les lampes)* Alors, ici, lampe à sodium, ici on a, c'est marqué normalement ici, mercure, ici donc la lampe fluo-compacte, et on a ici l'hydrogène. Oui ?
E2 de G6	[00 :21 :29]
P	Non, ceux-là, non, vous allez voir la différence.
E2 de G6	[00 :21 :39]
P	Ah, c'est plutôt pourquoi, parce que c'est composé dedans de ce qui s'appelle le mercure.
E	D'accord.
E	Monsieur, ce qu'il y a là-bas, c'est quoi ?
P	*(le professeur souligne chaque lampe)* Hydrogène. Hydrogène, sodium, mercure, fluo-compact. *(le professeur éteint le néon de salle)* Donc ici, qu'est-ce qu'il vous reste à faire ? À vous de les placer, et regardez la couleur. Alors, oui, mettez-vous là.
	00 :22 :23 à 00 :25 :56
	Alors, ici*…(le professeur observe en utilisant le spectroscope en carton les lampes) (il ferme le rideau) (les élèves déplacent pour observer les lampes en utilisant le spectroscope)*
	De 00 :25 :57 à 00 :31 :48

P	*(le professeur allume le néon de la salle et allume le vidéo projecteur)* Très bien. *(le professeur passe aux groupes d'élèves pour voir ce qu'ils dessinent sur leur cahier)* Ah, on n'a pas vu la même chose, c'est fou ça ! Il y en a certains qui ont vu exactement ce que j'ai vu, et puis d'autres non. Il y a un petit détail, le petit détail qui tue, à votre avis, c'est lequel ? Oui ?
E2 de G2	C'est le noir.
P	C'est le noir, rappelez-vous, là ici, normalement sur l'original, sur la photocopie, c'est grisé, on a d'abord un fond noir, d'accord, alors qu'est-ce qu'on avait observé ? Oui *(il souligne par sa main à l'E2 de G6)* ? De façon générale, qu'est-ce que vous avez observé ?
E2 de G6	[00 :27 :12] on a observé…avec le spectroscope ?
P	Oui, avec le spectroscope.
E	Des couleurs.
P	On observe des couleurs mais comment ? Un fond continu ou pas ?
E2 de G6	Ah.
P	non, ce n'est pas un fond continu, donc si ce n'est pas un fond continu, donc on avait du noir, le noir, ça veut dire quoi le noir ?
E2 de G6	Absence de radiations…
P	Absence de radiations lumineuses. Voilà, donc ici, on va avoir ce qu'on appelle un spectre d'émission, donc on a un fond noir, et sur ce fond noir, cette fois-ci, on n'a pas une infinité de radiations, mais on va en avoir trois, quatre, cinq, six. D'accord. Alors, la lampe avec la…de d'hydrogène est de quelle couleur *(le professeur se dirige vers le tableau pour remplir les cases de tableau dans l'activité 3 ; le vidéo projecteur montre l'activité 3)* ?
E1 de G7	Elle était rose-violette.
P	D'accord *(le professeur écrit sur le tableau dans la case de couleur de la lumière de la lampe à vapeur de dihydrogène : rose violette*). *(le professeur parle à toute la la classe)* Sodium ? Oui (*le professeur souligne par sa main à l'E1 de G6*)
E1 de G6	Jaune.
P	Jaune, j'ai entendu aussi jaune.
E	Non, c'est orange.
P	(*le professeur écrit sur le tableau dans la case de couleur de la lumière de la lampe à vapeur de sodium* : jaune organe) Orange, d'accord. *(le professeur parle à toute la classe)* La lampe, la vapeur de mercure ? Oui *(le professeur souligne par sa main à l'E2 de G7)*
E2 de G7	Bleu.
P	(*le professeur écrit sur le tableau dans la case de couleur de la lampe à vapeur de mercure : bleu). (le professeur parle à toute la classe)* La lampe fluo-compacte ?
E	Blanche.
E	Blanc – jaune.

P	(*le professeur écrit sur le tableau dans la case de couleur de la fluo compacte : blanche)* Blanche. Alors, ici, qu'est-ce que je peux vous proposer ? *(le professeur montre en utilisant le vidéo projecteur : les spectres de quatre lampes qui sont déjà faits par l'enseignant lui-même)* Est-ce que vous êtes d'accord avec ceci ? Donc avec l'hydrogène, donc on a tous des fonds noirs, d'accord, l'hydrogène, j'ai fait une mesure, donc là, *(le professeur souligne les raies bleu et rose dans le spectre de lampe à vapeur de dihydrogène)* j'ai vu une raie bleue, une raie rose, c'est bon pour tout le monde ? C'est ce que vous avez vu ou pas ?
E	Oui.
E2 de G2	[00 :29 :37] J'ai vu une raie bleue claire.
P	Bleue claire. Donc ici, vous aviez une autre raie *(le professeur souligne à gauche de raie bleu sur le spectre de H2)* ?
E2 de G2	Oui.
P	*(le professeur parle à E2 de G2)* D'accord. Écoutez, si vous l'avez vu, vous mettez, ce n'est pas gênant. *(le prof parle à toute la classe)* La lampe à vapeur de sodium, qu'est-ce que vous avez vu ?
E2 de G2	Un trait jaune
P	Un trait jaune. Alors, avec les moyens qu'on a, en fait, on ne voit qu'un seul trait, et normalement, si on avait quelque chose de perfectionné, on verrait deux raies, mais là… La lampe vapeur de mercure ? Alors, j'ai vu du violet, du bleu, bleu clair, et deux verts, c'est ce que vous avez vu ou pas ?
E2 de G2	Du marron
P	Comment ?
E2 de G2	Du marron.
P	Du marron, alors ça serait où ? Quel niveau ?
E2 de G2	[00 :30 :26]
P	Vous avez vu là les deux verts ?
E2 de G2	Non.
P	D'accord. *(le professeur se dirige vers la lampe de mercure et observe en utilisant le spectroscope)* Vous n'avez pas vu deux verts *(le prof le spectroscope à l'E2 de G2)*
E2 de G2	*(elle observe la lampe de mercure en utilisant le spectroscope)*
P	[00 :31 :08] Ce n'est pas grave ce n'est gênant. Et là, fluo-compacte, on a vu toute une série de raies de couleur ? Ça marche ? Donc ici, ce qui est important à comprendre, d'une part, on a un fond noir, d'accord, là, c'est important, et ensuite, dans ce fond noir, en fonction de la composition de la lampe*, (le professeur souligne les raies dans les spectres de quatre lampes)* on va avoir une raie, deux raies, trois, quatre, cinq, six, sept raies, et ainsi de suite. D'accord ?
	De 00 :31 :49 à 00 :41 :06
P	*(le professeur pose la question 1 dans l'activité 3 à toute la classe)* « Alors, pourquoi peut-on dire que le spectre de lumière émise par ces lampes ne sera pas du même

	type que celui du soleil ? » *(le professeur demande à un élève de G6)* Oui ?
E	[00 :31 :58]
P	Oui, non mais…
E	[00 :32 :04]
P	*(le professeur donne la réponse)* Oui effectivement, bon, là, on peut dire que ces lampes n'ont pas le même type que le soleil parce que ce n'est pas des sources de chaleur chaude. Ça marche ? Puisque ce ne sont pas des sources de chaleur chaude, donc elles ne vont pas avoir le même type d'aspect. Encore un… Allez, je vous laisse… Je vous laisse répondre pour la question d'après *(la question 2 de l'activité 3)*. *(le professeur se dirige vers le G4 et voit ce qu'il dessine et donne des consignes pour le noir)* Si vous laissez comme ça, quand vous allez apprendre… Ah oui, pourquoi c'est blanc ? Parce que blanc, c'est toutes les radiations… Avec un crayon de papier, vous faites comme ça rapidement, d'accord. *(le professeur se dirige vers le G3)* Et alors, pourquoi j'ai du blanc là ?
E2 de G3	[00 :33 :04]
P	(le *professeur* parle à E2 de G3) Relis ta correction. (*le professeur voit ce que E1 de G3 a dessiné et dit*) pas mal ça. *(le professeur se dirige vers le G2)* Là, j'ai envie de voir le travail… *(le professeur parle à toute la classe)* D'accord, pour vous, essayez de bien comprendre rapidement ce que vous avez fait. Alors, ici, moi, ce que je veux absolument voir, c'est cette couleur noire, noire ou gris, vous faites ça au crayon de papier pour vous rappeler qu'on n'a pas un spectre continu, et le blanc, si on le laisse blanc, il faudra penser qu'on aura toutes les radiations sur mon spectre. *(le professeur parle à toute la classe pour répondre aux dernières Q)* Allez… Allez, je vous laisse répondre aux dernières questions. *(le professeur se dirige vers le G2 et voit ce qu'E1 a fait)* Alors, *(le professeur se dirige vers le tableau et indique les raies dans le spectre de la lampe à vapeur de mercure)* ce qui est bien, c'est de faire aussi celui-ci.
E	[00 :34 :34]
P	Vous en faites certaines, vous faites un, deux, trios, quatre, cinq, six… *(le prof se dirige vers E 2 de G2)* Après, vous faites… *(le professeur se dirige vers son ordinateur et montre la ressource : modèle)* Alors, dans le spectre de raies d'émission, oui, discontinu…
E	[00 :36 :16]
P	*(le professeur se dirige vers le tableau)* Oui, c'est discontinu, le spectre est discontinu. Lampe à gaz… donc spectre raie d'émission, on est dans ce type de spectre. Un gaz lorsqu'il est excité électriquement émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde, c'est-à-dire qu'on va avoir certaines raies. Caractéristiques de la composition de ce gaz ? C'est-à-dire qu'on va avoir des raies différentes en fonction du gaz. Est-ce que c'est ce qu'on avait ou pas ? Est-ce qu'on avait des raies identiques ou pas ? *(le professeur se dirige vers son ordinateur pour montrer les spectres de quatre lampes)* Non, parce que l'hydrogène, vous voyez deux raies, ici pour le sodium, une raie, pour la lampe à vapeur de mercure, un, deux, trois, quatre, il y en a une qui est ici qu'on ne voit pratiquement pas, donc voilà… Donc on a bien quelque chose qui est différent en fonction de la composition du gaz qui est contenu dans l'ampoule, et on vous a posé une question : quel est le gaz contenu dans la lampe fluo-compacte ? Est-ce que c'est du mercure, du sodium, ou de l'hydrogène ? Alors, c'est un des trois. Est-ce que ça peut être de l'hydrogène ?
E	Non.
P	Pourquoi non ?

E	Parce qu'il y a du rouge ?
P	Effectivement, on a cette raie-là (le prof indique la raie rouge dans le spectre de H2), ici, *(le professeur dessine sur le tableau une ligne verticale de raie rouge jusqu'à le spectre de fluo compacte)* et cette raie-là n'est pas présente ici. J'aurais eu de l'hydrogène, j'aurais eu une raie assez intense ici. D'accord, j'en aurais eu une là, et… et une ici, d'accord ? Alors… voilà… Ici *(il utilise le triangle pour dessiner une ligne verticale de raie bleu dans le spectre de H2 jusqu'à le spectre de fluo compacte)*… Elle tombe juste à côté.
E	Ça peut être un [00 :38 :35]
P	Oui. Donc ici, puisque cette raie n'y est pas, je peux déjà exclure le dihydrogène. Alors est-ce que je peux avoir du sodium ? *(le professeur dessine une ligne verticale de raie jaune dans le spectre de sodium jusqu'au spectre de fluo compacte)*
E	Oui.
P	**(00:38 :43)** Alors, le sodium, ici… En fait, ça va être une raie assez intense, et là, je n'ai rien de très intense. Donc là, on peut quand même se mettre un point d'interrogation. Donc, est-ce que ça peut être du mercure ?
E	Oui.
P	Oui, j'ai cette raie qui est là, j'ai cette raie qui est ici, j'ai cette raie qui est là, et cette raie qui est là *(il dessine cinq lignes de raies de mercure jusqu'au spectre de fluo compacte)*, et toutes les raies du mercure sont présentes. Puisque toutes les raies du mercure sont présentes, alors ma lampe fluo-compacte contient du mercure, c'est la raison pour laquelle il ne faut pas jeter vos lampes à la poubelle, les lampes économiques maintenant, il faut les mettre à la décharge ou dans les magasins. C'est vrai que vous n'avez pas beaucoup de mercure, mais si 1 million de personnes jette ses lampes dans la nature, on va avoir 1 million fois la masse de mercure dans la lampe.
E	Et ça fait quoi en fait ?
P	Le mercure, c'est toxique.
E	On ne peut pas faire des lampes non toxiques ?
P	Non, pas celles-là, non. Si, les lampes pas toxiques, ce serait les lampes incandescentes, les ampoules qu'on avait avant, mais elles avaient un problème, quel était ce problème ?
E	Elles coûtaient chères ?
P	Elles produisaient pratiquement plus, au niveau énergétique plus de chaleur que de lumière.
E	[00 :40 :27]
P	Oui, le problème, c'est l'énergie.
E	[00 :40 :36]
P	Si. En fait, la durée de vie des instruments, elle diminuait la durée de vie, c'est souvent pour un aspect économique, mais depuis les années 1940, la durée de vie des ampoules a diminué parce que plus ça diminue, plus vous êtes tenté d'en acheter d'autres.
	De 00 :41 :07 à 00 :43 :00

P	*(le professeur parle à toute la classe)* Donc ici, on peut dire que dans les lampes fluo-compactes, nous avons du mercure car on retrouve toutes les raies du mercure, d'émission du mercure dans le spectre fluo-compacte. Ça marche ?
E	[00 :41 :27] du dihydrogène parce que la raie rouge n'est pas assez…
P	*(le professeur se dirige vers le tableau pour comparer les raies dans le spectre de fluo compacte et les spectres de H2, Na, Hg)* Tout à fait, et puis il n'y a rien surtout.
E	[00 :41 :37]
P	Alors, ici, là…
E	La deuxième barre verte du mercure, elle n'est pas très intense non plus.
P	Effectivement, mais elle est présente (première raie verte). Ici, celle-là (deuxième raie verte), elle est absente là.
E	Oui, mais [00 :41 :48]
P	c'était pour le sodium. Alors, pour le sodium, on est [pile] au milieu entre deux raies. Donc là, c'est pour ça que j'ai mis un point d'interrogation, mais là, puisque j'arrive à voir toutes les raies, distinctement, donc je peux dire que j'ai du mercure. Ça marche ? Oui ?
E	[00 :42 :09]
P	Non, parce que vous avez une poudre blanche, et cette poudre blanche, qu'est-ce qu'elle va faire ? Elle va absorber des radiations du mercure, et elle va les transformer un petit peu, elle va faire d'autres radiations.
E1 de G2	Monsieur ?
P	Oui ?
E1 de G2	[00 :42 :37]
P	Parce qu'en fait, les lampes ne sont pas des sources de lumière chaude, d'accord, donc on ne va pas avoir de spectre continu.
	De 00 :43 :00 à 00 :51 :25
P	*(le professeur se dirige vers son ordinateur et met l'activité 4 : spectre d'émission et spectre d'absorption ; le professeur distribue aux élèves l'activité 4)* Ça ne paraît pas bien mis ça.
E	Non, je vais le refaire.
P	D'accord, OK, ça marche. *(le professeur parle à toute la classe)* Alors, activité 4, spectre d'émission, et spectre d'absorption. L'absorption, c'est quoi déjà ? Est-ce que vous avez déjà vu l'absorption ?
E	[0 :44 :07]
P	Le noir attire la lumière vers lui. Alors, effectivement, en fait le noir n'a pas cette capacité d'attirer, c'est comme la lumière blanche, pourquoi je suis attiré par la lumière blanche ? S'il y a un fond noir, pourquoi on le voit noir ? Parce que toutes les radiations ont été absorbées. [(00 :44 :39)] de couleur blanche, parce qu'avec le blanc, on a de la diffusion, d'accord, par contre, avec le noir, qu'est-ce qu'on va avoir ?
E	Absorption.

P	Absorption. Donc voilà, donc ici, faites attention pour que ce soit bien clair, là, on a un dégradé. *(le professeur se dirige vers le tableau et souligne par sa mai au figure 2)* Ce dégradé, c'est du bleu au rouge, vous avez peut-être intérêt de le mettre parce qu'on n'a pas les… J'aurais dû vous le faire, donc on a un dégradé bleu, du bleu au rouge. Donc là, on a du vert… Voilà. Là, si vous voulez faire *(le professeur souligne la raie bleue et jaune dans le figure 1)* un peu de bleu, et là, ça va être du jaune, jaune bien foncé…*(le professeur parle à toute la classe)* Via le modèle, complétez la phrase, la figure 1 vous montre le spectre de la lampe de dihydrogène, et la figure 2, le spectre… Alors, le 1, c'est ce qu'on vient de voir, c'est quel spectre le 1 ? Qu'est-ce qu'on vient de voir ? Comment ?
E	[00 :46 :08] de raie d'émission
P	(*le professeur écrit sur le tableau spectre de raie d'émission pour compléter la première phrase de l'activité 4*) De raie d'émission, spectre… Spectre de raie d'émission, d'accord, de la lampe à dihydrogène, et la figure 2, le spectre ?
E	[00 :46 :25]
P	Parce que là, effectivement, là, on voit, *(le professeur souligne la figure 2)* on devine un spectre continu, mais qu'est-ce qu'il a ?
E	Il y a des raies noires.
P	Il y a des bandes noires. Donc il n'est pas vraiment continu, ça serait quoi ?
E	[00 :46 :57] spectre d'absorption
P	Voilà, effectivement, c'est le troisième type de spectre. En plus, (*le professeur souligne le titre de l'activité 4 : spectre d'émission et spectre d'absorption)* le titre peut nous aider à trouver un peu la réponse, mais ça nous invite aussi à lire qu'est-ce qu'un spectre d'absorption, effectivement, (*le professeur écrit sur le tableau spectre d'absorption pour compléter la deuxième phrase de l'activité 4*) le spectre d'absorption… à la surface du soleil. Donc on a un troisième type de spectres, les spectres d'absorption… *(le prof pose la question de l'activité 4)* « À quoi correspondent les raies noires ? » *(le professeur lit le modèle)* Donc l'absorption, « c'est un gaz froid à basse pression éclairé par une source de rayonnement continu absorbe certaines ondes, produisant ainsi le spectre des raies d'absorption, des raies noires sur un spectre continu ». Oui ?
E de G7 ou G8	En fait, les raies noires dans le spectre du soleil, c'est parce qu'il y a un petit peu de mercure dans le soleil, et le mercure a aspiré…
P	*(le professeur parle à toute la classe)* D'accord, donc on verra quel type de gaz, parce qu'effectivement, aspiré, on reviendra. D'abord, les raies noires, ça correspond à quoi ? Puisqu'on vous a posé la deuxième question pour ça. À quoi, dès que vous avez des raies noires, c'est quoi ?
E	Une absence de lumière.
P	C'est une absence de lumière. En fait, on va dire que certaines radiations sont absentes, d'accord, donc là, si je compte le nombre de raies noires, un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept… Apparemment, sur mon schéma, j'ai sept, il me manque sept radiations, donc le noir, c'est une absence de radiations.
E	[(00 :49 :05)]
P	Donc là, ici, vous avez des traces, vous êtes en train de me dire, j'ai cette raie-là ici, et j'ai cette raie-là…(*le professeur dessine une ligne de raies bleu, jaune, rouge dans le spectre de H2 vers le spectre de soleil)*

E	Et l'autre.
P	Et l'autre aussi effectivement. *(le professeur parle à toute la classe)* Alors, si je prends mon modèle [(00 :49 :39)], on me dit : « les ondes absorbées par un gaz d'atomes ou à de rares exceptions de molécules, sont toujours exactement les mêmes que celles que ce même gaz peut émettre ». Ici, là *(le professeur compare les trois raies de H2 avec les raies noires dans la figure 2)*, je vois qu'il y a une correspondance entre ces trois raies ici, et je peux dire que nous avons du dihydrogène parce que dans l'atmosphère du soleil, le dihydrogène va absorber les radiations qu'il peut émettre quand il est excité électriquement. C'est-à-dire en fonction des conditions, soit le dihydrogène, il fait un spectre de raies d'émission, donc là, c'est les raies qu'on a, première condition, ou soit le dihydrogène, qu'est-ce qu'il peut faire ? Dans l'atmosphère, il y a la lumière blanche qui arrive sur lui, et qu'est-ce qu'il va faire ? Il va absorber certaines radiations, là, il va en absorber par rapport à mon modèle, il va en absorber une, deux, trois… Donc tout dépend dans quelles conditions on regarde, on établit un spectre. Soit je l'excite électriquement, et je vais avoir un spectre d'émission, c'est ce que j'ai ici, de l'hydrogène, soit il est présent dans l'atmosphère, les rayons qui passent à travers vont être, certaines radiations vont être absorbées par le dihydrogène, et ces radiations-là sont un, deux, et trois. C'est bon pour tout le monde ?
	De 00 :51 :25 à 00 :52 :55 *(E interroge la réponse de question b de l''activité 4 ; l'enseignant écoute l'E1 de G3 ; le professeur donne la réponse)*
	De 00 :52 :56 à 00 :56 :25
P	*(le professeur donne la réponse)* Donc j'arrête… Les atomes de dihydrogène sont présents dans l'atmosphère du soleil, c'est parce que je suis un peu plus vieux que vous que je radote… Sont présents dans l'atmosphère du soleil car certaines raies d'absorption *(le professeur désigne sur le tableau les raies de H2 dans le spectre du soleil, figure 2)*, notées A, B, C, je les ai notées pour que vous puissiez bien faire le parallèle, notées A, B, C, correspondent aux raies d'émission du dihydrogène, figure 1. *(le prof se dirige vers E2 de G2)*
E2 de G2	[00 :50 :00]
P	Il faut exactement qu'elles soient toujours au même niveau, c'est-à-dire que je peux très bien vous donner des chiffres, ce sera par exemple 540 nanomètres, donc si j'ai une raie à 540 nanomètre en raie d'émission, si je veux montrer qu'il y a ce gaz-là, il faut que j'aie une raie d'absorption à 540 nanomètres, et il faut qu'il y ait toutes les raies. Sinon, si dans mon spectre d'émission, j'ai cinq raies, et je n'en vois que trois qui sont d'absorption, ce n'est pas le même.
E2 de G2	[00 :54 :59]
P	Alors, là, vous n'avez que de la raie d'émission, ça, ce n'est que de l'émission. Alors…*(le professeur se dirige vers le G8)*
E de G8	[00 :55 :19]
P	Et oui, vous avez raison. *(le prof se dirige vers le tableau)* Votre… Alors, effectivement, là, vous me dites : « ah mais Monsieur, là, c'est en couleur », comme c'est de l'émission, c'est normal, et là, c'est de l'absorption, l'absorption, je vous rappelle, ce sont des radiations qui ont été absorbées par le gaz, et si ce n'était pas absorbé par le gaz, on aurait par exemple ici une zone de bleu *(le prof indique les raies noires dans le spectre du soleil)*, on aurait du bleu ici, donc là, ici, on aurait exactement la même couleur, donc là, par rapport à ce qui était au niveau couleur, on a du bleu ici, ce qui a été absorbé, ça correspond à une radiation de couleur bleue perçue.
	De 00 :56 :25à 01 :00 :00

	(le professeur distribue aux élèves l'activité 5 - partie A concernant le travail sur un simulateur… (les élèves allument leur ordinateur) le professeur donne des consignes : ce que vous faites maintenant vous démarrez ah programme physique-chimie et puis analyse spectrale vous allez démarrer c'est bon … alors)
	De 01 :00 :00 à 01 :09 :00
P	Oui, allez, démarrez tous les programmes, physique – chimie, allez mesdemoiselles… Oui… Alors…*(le professeur passe pour voir si chaque groupe d'élèves a démarré le logiciel)*
	Brouhaha *(les élèves de G4 devant la caméra, il utilise une feuille pour faire le lien s' il y a une raie noire dans le spectre d'absorption qui a la même place dans le spectre d'émission)*
P	Donc essayez de voir si vous avez du mercure sur cette étoile-là, et après, vous essayez d'autres composés. Puis vous retrouvez les raies noires dans lesquelles on a du calcium. C'est bon pour tout le monde ? Vous avez trouvé le calcium ? Allez, on peut voir les étoiles où il y a du calcium ? Donc qui contiennent du calcium…
E	Il faut en mettre qu'une seule, Monsieur, non ?
P	*(le professeur distribue aux élèves l'activité 5 - partie B concernant le travail sur un simulateur* Une seule, oui, c'est bon. Allez, il reste encore une demi-heure pour finir l'activité. Alors, ici, c'est bon ? Vous pouvez quitter l'ordinateur, on ne va pas l'éteindre parce que comme ça, ça sera déjà fait pour l'autre groupe… Et donc ça sera la réponse, c'est la dernière partie… Après cette activité d'avant les vacances…

Annexe 12. Ressources relatives au Professeur Philippe

Annexe 12.1. La ressource fille orientée

« Modèle »

Point de vue de la physique concernant les spectres

1 Définition d'un spectre
L'image (recueillie sur un écran ou observée à l'aide d'un instrument) lors d'une expérience de dispersion de la lumière se nomme un **spectre**. Le même mot sert donc pour nommer cette image et pour définir l'ensemble des ondes qui compose la lumière dispersée. Les dispositifs qui ont pour but de disperser la lumière sont des spectroscopes (ils contiennent le plus souvent un prisme ou un réseau).

2 Différents types de spectres
Les spectres d'émission sont obtenus suite à da dispersion de la lumière émise (figure a). Les spectres d'absorption (figure b) sont obtenus en analysant la lumière ayant traversée un objet transparent ; par exemple une atmosphère gazeuse d'un astre.

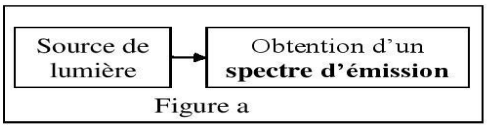


Figure a

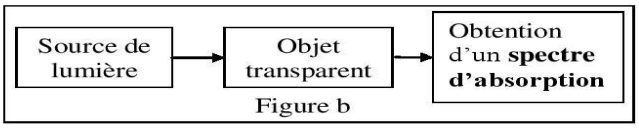
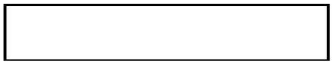


Figure b

Il existe trois grandes catégories de spectres découvert en 1849 par le physicien allemand Kirchhoff.

2 A -Spectres continus d'émission -
Un gaz sous pression élevée, un solide ou un liquide émet de la lumière visible. Le spectre de cette lumière est continu. Le domaine de longueurs d'onde de ces ondes dépend de la température du corps.
Plus la température est élevée, plus le spectre de la lumière émise s'enrichit ou/et se décale vers les faibles longueurs d'ondes (ondes perçues bleues).



2 B - Spectres de raies d'émission -
Un gaz, lorsqu'il est excité électriquement, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde **caractéristiques de la composition de ce gaz**. Le spectre de la lumière émise présente des raies d'émission. On dit que ce spectre est **discontinu** ou que c'est un **spectre de raies**.
Un gaz sous pression réduite excité électriquement émet une lumière dont le spectre est

2 C – Spectres d'absorption
Un gaz froid, à basse pression, éclairé par une source de rayonnement continu, absorbe certaines ondes, produisant ainsi dans le spectre des raies d'absorption : des raies noires sur un spectre continu : c'est un spectre de raies d'absorption.
Les ondes absorbées par un gaz d'atomes (ou à de rares exception de molécules) sont toujours exactement les mêmes que celles que ce même gaz peut émettre.
Ce gaz absorbe les mêmes ondes qu'il émettrait s'il était excité électriquement à faible pression.

Compétences du programme et activité 1

Thème l'univers Partie : **Les étoiles**

Chapitre 5 Spectre : source d'informations sur les étoiles

Compétence seconde chapitres 2,3 et 4	Activités concernées	Compétences associées
Savoir qu'un corps chaud émet un rayonnement continu, dont les propriétés dépendent de la température.		
Repérer, par sa longueur d'onde dans un spectre d'émission ou d'absorption une radiation caractéristique d'une entité chimique.		
utiliser un système dispersif pour visualiser des spectres *d'émission et d'absorption et comparer ces spectres à celui de la* lumière blanche.		
Savoir que la longueur d'onde caractérise dans l'air et dans le vide une radiation monochromatique.		
Interpréter le spectre de la lumière émise par une étoile : température de surface et entités chimiques présentes dans l'atmosphère de l'étoile.		
Connaître la composition chimique du Soleil.		

2-C6-activité1 : Observation de différents types de lumière à l'aide d'un spectroscope.
2-C6-activité 2 : Lumière émise par un corps chauffé
2-C6-activité3 : Spectres d'émission de différentes lampes.
2-C6-activité 4 : Spectre d'émission et spectre d'absorption
2-C6-activité 5 : La structure des étoiles

2-C6-activité1 : Observation de différents types de lumière à l'aide d'un spectroscope.

- Viser directement le soleil et une lampe fluo-compacte ou un néon avec le spectroscope.
- Observer.

✍ Reproduire approximativement ce que vous avez vu.

Spectre lumineux de la lumière du jour	Spectre lumineux de la lame fluo-compacte

✍ Les chiffres indiquent _____

a) Décrire chacun des deux spectres : que représentent les parties noires des spectres ?

b) Formuler une hypothèse : A votre avis, pourquoi avez-vous observé ces deux spectres différents ?

2-C5-activité1 (suite): Observation de différents types de lumière à l'aide d'un spectroscope.

- Vérifier votre hypothèse en obtenant le spectre d'une lampe à filament et celui d'une flamme (d'une bougie ou bec bunsen) à l'aide d'un spectroscope.

c) Commenter les deux nouveaux spectres.

d) Conclure sur la différence entre ces quatre sources de lumière.

- Lire le modèle

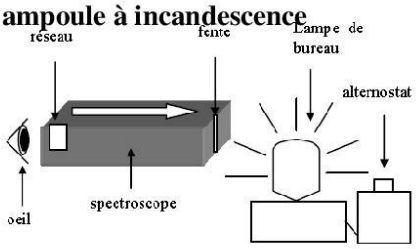
✍ Remplir le tableau suivant

Source de lumière	Catégorie du spectre obtenu
Lampe fluo-compacte ou néon	
Ampoule à filament	
flamme	
soleil	

2-C6-activité 2 : Lumière émise par un corps chauffé

Partie A – Étude du spectre de la lumière émise par une ampoule à incandescence

On dispose d'une ampoule à filament dans laquelle on peut faire passer un courant d'intensité plus ou moins grande. Pour ceci on utilise une résistance variable. Plus l'intensité du courant est importante, plus le filament de lampe s'échauffe.



1. **Prévoir** ce qu'on va observer lorsque l'on augmente l'intensité du courant qui traverse la lampe en termes de couleur de la lumière et en termes de spectre de la lumière émise.

✍ Compléter alors la partie prévision du tableau ci-dessous.

2. **Observation du filament de la lampe**

- Utiliser le spectroscope, pour vérifier vos deux prévisions.

✍ Compléter alors la partie observation si nécessaire.

Prévisions		Observations	
Couleur de la lumière	Spectres	Couleur de la lumière	Spectres
	400 500 600 700 Lampe brille peu		400 500 600 700 Lampe brille peu
	400 500 600 700 Lampe brille fortement		400 500 600 700 Lampe brille fortement

a) En déduire l'influence de la température sur le spectre de la lumière émise.

3. **Chauffer un métal dans une flamme.**

a)Indiquer la couleur émise par une tige de fer qui commence à être chauffée dans une flamme.

b) Justifier l'expression « Chauffer à blanc ».

- Lire le paragraphe 2A.

Partie B – Une interprétation de la couleur des étoiles
Ce que nous apprend la lumière émise par les étoiles

a) Lorsqu'on observe une étoile à l'œil nu, quelle est sa couleur ?
b) Faire la liste des propriétés qui, à votre avis, distinguent une étoile d'une autre.
c) Les astronomes savent déterminer la température d'une étoile grâce à son spectre. Comment peut-on, si l'on dispose des spectres de deux étoiles, distinguer la plus froide de la plus chaude ? Justifier la réponse en utilisant le document 1.

✍ Redonner à chaque étoile sa température de surface parmi : 3000 °C ; 5500 °C ; 8000 °C ; 10 000°C

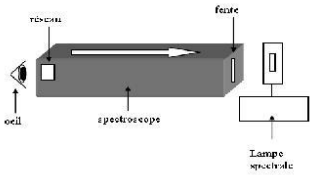
Température moyenne				
Couleur	bleutée	blanche	rouge	
Etoile	Rigel	Procyon	Bételgeuse	Soleil

Lire le paragraphe « *Influence de la température d'un corps sur le spectre de la lumière qu'il émet* » du « point de vue de la physique » concernant les spectres.

2-C6-activité3 : Spectres d'émission de différentes lampes.

Une lampe spectrale contient une ampoule de verre qui contient un gaz d'atomes à faible pression. Suite à des décharges électriques, les atomes de ce gaz émettent de la lumière, que l'on peut également analyser avec un spectroscope

- Observez à l'œil nu la lumière émise par différentes lampes.
- ✍ Compléter le tableau ci-dessous (colonne du milieu).
- Observer, à travers le spectroscope à réseau, la lumière émise par chacune des lampes.
- Dessiner avec des crayons de couleurs les spectres des lumières émises par les lampes en remplissant le tableau ci-dessous. Vous pouvez vous aider de la figure projetée.



Nom de la lampe	Couleur de la lumière émise	Spectre d'émission de cette lampe
lampe à vapeur de dihydrogène		
lampe à vapeur de sodium		
lampe à vapeur de mercure		
Lampe "fluo-compacte"		

1. Pourquoi peut-on dire que le spectre de la lumière émise par ces lampes ne sera pas du même type que celui du Soleil ?

L'ampoule de la lampe de fluo compacte contient des vapeurs d'une espèce chimique.

2. Quel est le gaz contenu dans la lampe fluocompacte : du mercure, du sodium ou di dihydrogène? Justifier en vous aidant des spectres obtenus et du paragraphe 2 b du modèle.

Activité 4 et partie A de l'activité 5

2-C6-activité 4 : Spectre d'émission et spectre d'absorption

- Lire le modèle

✍ Compléter la phrase

La figure 1 nous montre le spectre _____de la lampe à

dihydrogène et la figure 2 le spectre _____ à la surface du soleil.

Figure 1 : Spectre de la vapeur de dihydrogène

Figure 2 : Modèle du spectre du soleil

a) A quoi correspondent les raies noires sur le spectre modélisé du soleil (figure 2)?
b) Pourquoi peut-on affirmer que des atomes de dihydrogène sont présents dans l'atmosphère du soleil ?

2-C6-activité 5 : La structure des étoiles

Partie A - Détermination de la composition chimique de l'étoile Deneb :

On va utiliser le simulateur « Analyse-spectrale ». Lancer ce simulateur. L'écran de droite représente une zone du ciel visible en été, appelée « le triangle d'été ».

1. Rechercher l'étoile Deneb et cliquer dessus. Son spectre apparaît.
2. Utiliser ensuite les fonctionnalités du logiciel pour déterminer quels éléments chimiques, parmi ceux proposés, composent les couches externes de Deneb.
3. S'il vous reste du temps, déterminer de même la composition des couches externes des autres étoiles visibles à l'écran.

Conclusion

Ce que nous apprend le spectre de la lumière issue d'une étoile

Le spectre de la lumière émise par une étoile possède un fond continu et des raies noires.

- Le fond continu est d'origine thermique : il permet de connaitre _____ de l'étoile.
- Les raies noires d'absorption indiquent que certaines ondes sont absorbées par des atomes contenus dans les couches périphériques de l'étoile : elles permettent de connaitre _____

Dans le cas du Soleil :

- le fond continu a permis d'estimer une température de surface de 6.10^3 °C.
- les raies d'absorption ont permis de montrer que le Soleil est essentiellement constitué *d'hydrogène et d'hélium*

2-C6-activité 5 : La structure des étoiles
Partie B – Interprétation du spectre de la lumière des étoiles

Document 1 : La composition du Soleil

Le **Soleil** (Sol en latin, Helios ou Ἥλιος en grec) est l'étoile du Système solaire. Dans la classification astronomique, c'est une étoile de type naine jaune, composée de dihydrogène (74 % de la masse et d'hélium (24 % de la masse) Autour de lui gravitent la Terre, et sept autres planètes, au moins cinq planètes naines, de très nombreux astéroïdes et comètes et une bande de poussière. Le Soleil représente à lui seul 99,86 % de la masse du Système solaire ainsi constitué, Jupiter représentant plus des deux tiers de tout le reste.

Document 2 : Structure de notre étoile, le Soleil

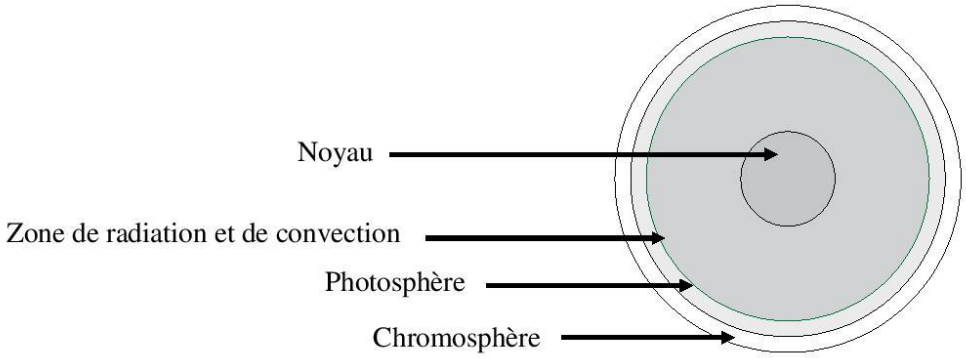
Dans une description simplifiée, le Soleil, comme la plupart des étoiles, peut être décomposé en 4 « couches » :

Le noyau : C'est la partie centrale du Soleil. La température y vaut en moyenne 15,5 millions de degrés. Des réactions de fusion nucléaire s'y produisent, qui sont à l'origine de l'énergie produite par l'étoile.

La zone de radiation et de convection : C'est une couche de gaz à l'intérieur de laquelle la chaleur produite par le noyau de propage vers l'extérieur de l'étoile.

La photosphère : Il y règne une température de quelques milliers de degrés. C'est une couche de matière qui émet de la lumière blanche dont le spectre est continu.

La chromosphère : Il s'agit d'une couche gazeuse qui est constituée d'ions et d'atomes.



- Lire le document 2

a) Quels sont les éléments chimiques qui composent le soleil ?

- Lire le document 2

b) Pourquoi n'est-il pas possible d'obtenir un spectre de la lumière émise par le soleil sans raies d'absorption ?

c) Pourquoi le spectre de la lumière solaire obtenu avec un télescope spatial comporte-t-il moins de raies d'absorption que celui obtenu sur Terre ?

d) Comment expliquez-vous que les spectres des étoiles soient plus riches en raies d'absorptions lorsqu'ils sont obtenus sur Terre ?

e) Pourquoi ne voit-on pas les raies d'absorptions avec le spectroscope utilisé en classe ?

Conclusion

Ce que nous apprend le spectre de la lumière issue d'une étoile

Le spectre de la lumière émise par une étoile possède un fond continu et des raies noires.

- Le fond continu est d'origine thermique : il permet de connaitre _____ de l'étoile.
- Les raies noires d'absorption indiquent que certaines ondes sont absorbées par des atomes contenus dans les couches périphériques de l'étoile : elles permettent de connaitre _____

Dans le cas du Soleil :

- le fond continu a permis d'estimer une température de surface de 6.10^3 °C.
- les raies d'absorption ont permis de montrer que le Soleil est essentiellement constitué *d'hydrogène et d'hélium*

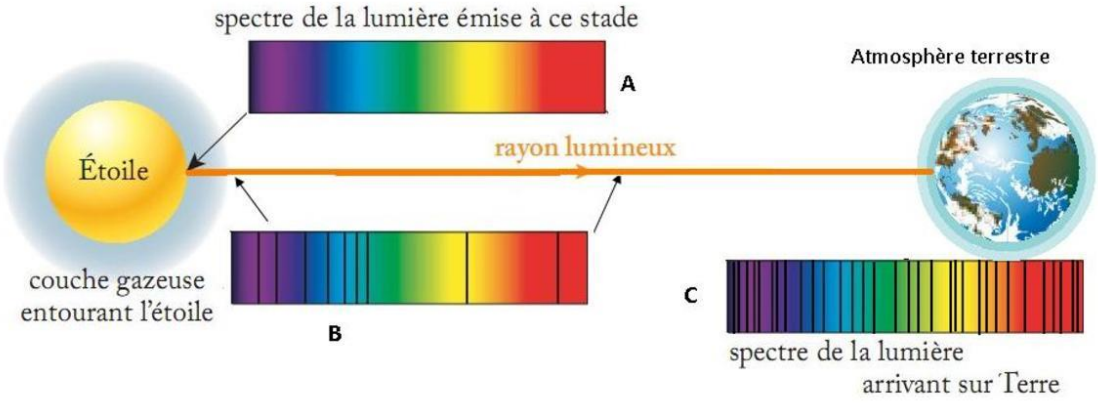
Les spectres expérimentaux de Philippe

Lampe à vapeur de dihydrogène

Lampe à vapeur de sodium

Lampe vapeur de mercure

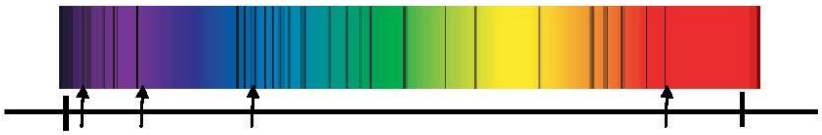
Lampe fluo-compacte



Exercices

C6-Exercice : spectre du Soleil

Le spectre du Soleil, obtenu à partir d'un satellite, est un spectre entrecoupé de nombreuses raies noires



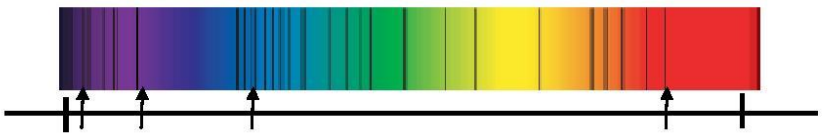
a) Compléter l'axe gradué (valeur des 2 graduation, unité, sens,…)
b) Indiquer sur la figure où se trouvent les ultraviolets et les infrarouges.
c) Quelle est l'origine d'un spectre continu ?
d) Quelle est type de ce spectre ?
e) Pourquoi le spectre possède-t-il des raies noires ?
f) Comment serait modifié le spectre si le Soleil était une étoile beaucoup plus chaude ?
La surface du soleil contient de l'hydrogène, élément chimique dont les raies d'absorption ont été identifiées par une flèche sur le spectre.
g) Donner l'allure approximative du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de dihydrogène.
h) D'autres éléments chimiques sont-ils présents à la surface du Soleil ?Justifier

Le spectre du soleil obtenu à la surface due la Terre présente plus de raies noires que celui-ci-dessus.

i) Interpréter cette différence observée ?

C6-Exercice : spectre du Soleil

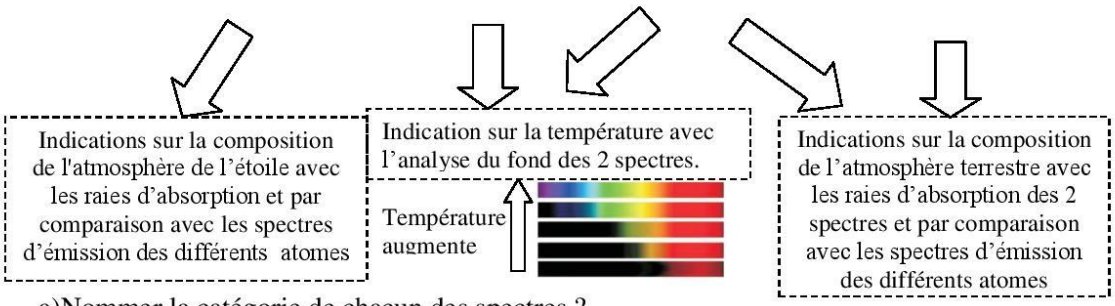
Le spectre du Soleil, obtenu à partir d'un satellite, est un spectre entrecoupé de nombreuses raies noires



a) Compléter l'axe gradué (valeur des 2 graduation, unité, sens,…)
b) Indiquer sur la figure où se trouvent les ultraviolets et les infrarouges.
c) Quelle est l'origine d'un spectre continu ?
d) Quelle est type de ce spectre ?
e) Pourquoi le spectre possède-t-il des raies noires ?
f) Comment serait modifié le spectre si le Soleil était une étoile beaucoup plus chaude ?
La surface du soleil contient de l'hydrogène, élément chimique dont les raies d'absorption ont été identifiées par une flèche sur le spectre.
g) Donner l'allure approximative du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de dihydrogène.
h) D'autres éléments chimiques sont-ils présents à la surface du Soleil ?Justifier

Le spectre du soleil obtenu à la surface due la Terre présente plus de raies noires que celui-ci-dessus.

i) Interpréter cette différence observée ?



a)Nommer la catégorie de chacun des spectres ?

b) Pourquoi n'est-il pas possible techniquement d'obtenir le spectre **A** ?

c) Pourquoi le spectre **B** a-t-il des raies noires ?

d) Comment peut-on connaitre la composition de l'atmosphère terrestre ?

e) Pourquoi le spectre de type **B** serait-il le même, proche de l'étoile que proche de la Terre ?

f) Avez-vous pu voir les raies d'absorption lorsque vous avez observé le soleil ? Pourquoi ?

Chapitre 3 de ressources du groupe SESAMES (activités)

Chapitre 3 - Spectres de la lumière et phénomène de dispersion

Activité d'introduction - Ce que nous apprend la lumière émise par les étoiles

(a) Lorsqu'on observe une étoile à l'œil nu, quelle est sa couleur ?

(b) Faire la liste des propriétés qui, à votre avis, distinguent une étoile d'une autre.

Lire le document distribué par le professeur ("Spectres des étoiles") puis répondre aux questions c et d.

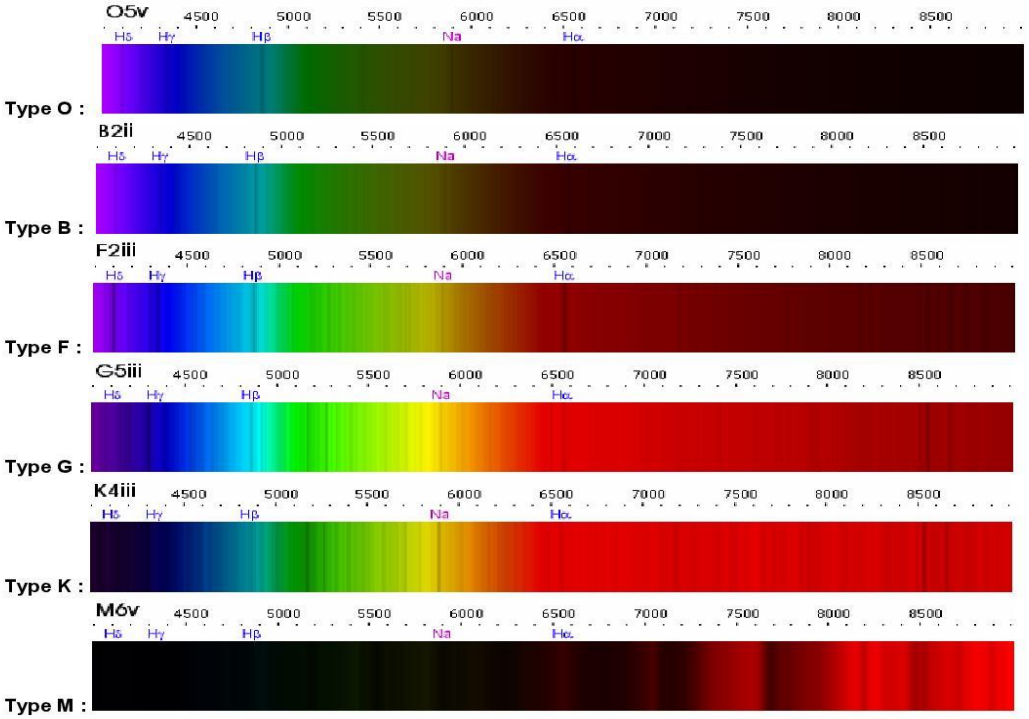
(c) Les astronomes savent déterminer la température d'une étoile grâce à son spectre. Comment peut-on, si l'on dispose des spectres de deux étoiles, distinguer la plus froide de la plus chaude ? Justifier la réponse en utilisant le document.

(d) On constate que les spectres présentés sur le document comportent des raies sombres. Que peuvent nous apprendre ces raies à propos des étoiles ?

Document - *Le spectre des étoiles*

Texte : d'après « ciel et espace » (n°471, août 2009) images : d'après Wikipedia (http://fr.wikipedia.org/wiki/Type_spectral)

La spectroscopie, c'est l'art de décomposer la lumière des astres pour lui soutirer des informations : vitesse, température, composition chimique, etc. On a reproduit ci-dessous les spectres de différentes étoiles. Chacune appartient à une famille, que les astronomes appellent leur « type spectral ».
En haut se trouvent les étoiles les plus chaudes et en bas les plus froides.
Les raies sombres présentes dans les spectres dépendent de la composition de l'étoile.



C3- Activité 1 - Premières utilisations d'un spectroscope ...

Dans cette activité, on utilise un appareil, appelé spectroscope, permettant de visualiser des spectres.
À travers ce spectroscope :

1. Observer le ciel, de jour, et représenter approximativement le spectre dans le cadre ci-dessous.

Compléter les 2 premières colonnes du tableau ci-dessous.

	1	2	3
	Observation du ciel à l'aide d'un spectroscope	Observation d'un arc en ciel à l'œil nu	
Source de lumière			
Milieu de propagation de la lumière			
Objet permettant de « faire apparaître » les couleurs de la lumière			
Passe-t-on d'une couleur à une autre **en continu** ou y a-t-il des **interruptions** ?			

2. Observer ensuite la lumière produite par les lampes de la salle et représenter le spectre dans le cadre ci-dessous.

Compléter la colonne 3 du tableau. Décrire les différences entre le spectre de la lumière du jour et le spectre de la lumière émise par la lampe.

✂ - - - - - - - - - - - - - - ✂

C3- Activité 2 (version longue) - Dans la peau de Newton : une prévision sur le rôle du prisme...

Vous disposez d'une lampe, d'une lentille, d'un prisme et d'une feuille de papier (écran).
A l'aide de ce matériel, essayer d'obtenir des couleurs comparables à celles de l'arc-en-ciel. Essay*er d'obtenir la plus* belle figure possible.

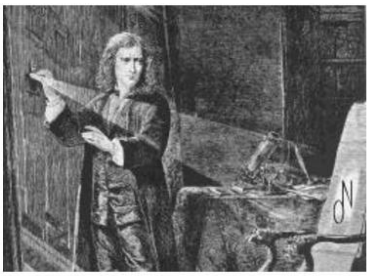
Afin de réduire la difficulté de notre analyse, nous allons imposer les contraintes suivantes :

- La lumière ne doit entrer que par une seule face du prisme et ne ressortir que par une seule autre. Cela interdit que les arêtes du prisme reçoivent de la lumière. Pour y parvenir plus facilement, vous devez réduire à l'aide de caches la largeur du flux de lumière émis par la lampe ;
- Le prisme doit être placé de telle sorte que les différentes couleurs (comparables à celles de l'arc-en-ciel) s'observent sur la feuille. Une fois que vous avez réussi à obtenir de belles et nombreuses couleurs, relevez sur la feuille la position du prisme et la marche de la lumière

Lire de texte ci-dessous.

Expérience de Newton

Depuis 1664, Isaac Newton (1642-1727) note dans des carnets ses lectures, ses expériences et ses idées. Il étudie la Géométrie de Descartes et les travaux de Kepler, et réfléchit au problème de la lumière et des couleurs.

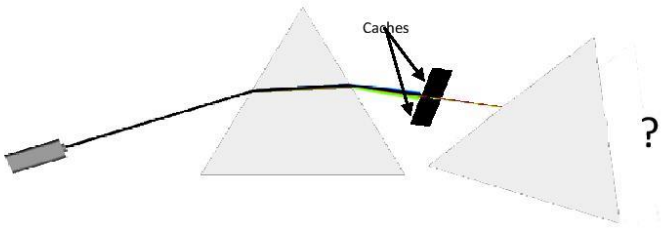


"A cette époque, on sait depuis longtemps qu'un prisme de verre donne des couleurs à un rayon de soleil qui le traverse. L'explication repose sur les très vieilles idées d'Aristote : la lumière est blanche et les couleurs naissent progressivement de son affaiblissement dans le prisme. Un rayon blanc traversant le prisme se colore de rouge du côté de l'arête et de *bleu du côté de la base car les épaisseurs traversées sont*

différentes. Newton réfléchit à tout cela et il raconte : "au début de l'année 1666, je me procurai un prisme de verre pour réaliser la célèbre expérience des couleurs. Ayant à cet effet obscurci ma chambre et fait un petit trou dans les volets, pour laisser entrer une quantité convenable de rayons de soleil, je plaçai mon prisme contre ce trou, pour réfracter les rayons sur le mur opposé. Ce fut d'abord très plaisant de contempler les couleurs vives et intenses ainsi produites."

De fil en aiguille, Newton arrive bientôt à ce qu'il appelle l'expérience cruciale : à l'aide d'un trou dans une planchette, il isole la partie rouge de la tache produite par le prisme et il envoie cette lumière sur un second prisme.

D'après Newton et la mécanique céleste de J.-P. Maury (éditions Gallimard)



3. Prévision d'expérience

Après le premier prisme, on va isoler la couleur rouge à l'aide de caches et on va placer un second prisme sur le chemin de la lumière.

a) Que va-t-on observer sur un écran placé après le 2e prisme ? Justifier votre réponse avec un ou plusieurs arguments de votre choix.

b) Votre prévision est-elle la même si veut isoler la couleur verte ? Expliquer pourquoi.

c) Comparer vos prévisions et arguments avec celles d'autres élèves.

4. Expérience et résultat

Faire l'expérience.

a) Ce que vous observez est-il en accord avec ce que vous aviez prévu ?

b) Utiliser le schéma ci-dessus pour indiquer ce que l'on observe.

4. Interprétation de l'expérience de Newton

On donne ci-dessous la suite du texte précédent :

Cette fois Newton en est sûr, la lumière blanche est un mélange de lumière de toutes les couleurs et le prisme dévie différemment ces diverses lumières. Dès lors il multiplie les expériences montrant en particulier que l'on peut refaire de la lumière blanche en mélangeant des lumières de couleurs !".

Choisir alors parmi les deux affirmations suivantes celle qui vous parait la plus adaptée :

- ❒ le prisme est un objet à "fabriquer" les couleurs de l'arc-en-ciel.
- ❒ le prisme est un objet qui permet de faire apparaître des couleurs si plusieurs y entrent.

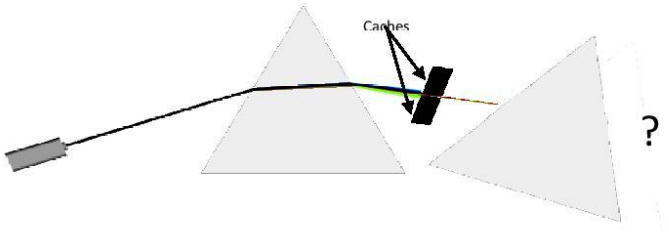
Lire le texte du modèle.

Souligner ou surligner dans le modèle les phrases qui permettent d'interpréter l'expérience de Newton.

C3- Activité 2 (version courte) - Une prévision sur le rôle du prisme...

Vous disposez d'une lampe, d'une lentille, d'un prisme et d'une feuille de papier (écran).

*A l'aide de ce matériel, essayer d'obteni*r des couleurs comparables à *celles de l'arc*-en-ciel. *Essayer d'obtenir* la plus belle figure possible.



1. Sans bouger le matériel, faire un schéma du dispositif. Faire figurer sur le schéma les couleurs observées.

2. Préciser le trajet de la lumière rouge et celui de la lumière bleue.

3. A votre avis, que va-t-on observer sur l'écran si on isole une des couleurs, par exemple le vert à l'aide de caches et que l'on place un second prisme sur le chemin de la lumière ? Expliquer ce qui vous incite à proposer cette réponse.

Faire l'expérience

Ce que vous observez est-il en accord avec ce que vous aviez prévu ?

4. Faire le schéma de cette deuxième expérience.

Lire le texte du modèle.

Chapitre 3 - Modèle de la lumière

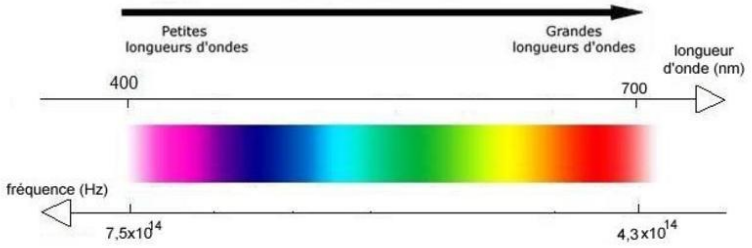
A - Nature et caractéristiques de la lumière

On peut modéliser la lumière par des ondes appelées ondes électromagnétiques.
La lumière est :
- monochromatique si elle est constituée d'une seule onde, caractérisée par sa fréquence.
- polychromatique si elle est constituée de plusieurs ondes de fréquences différentes.

Une lumière monochromatique peut aussi être caractérisée par un nombre, appelé longueur d'onde dans le vide, exprimé en mètre et noté λ

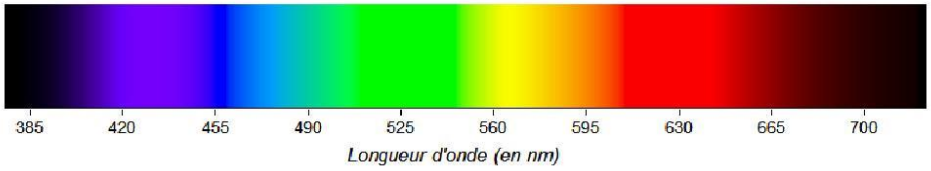
On classe les différentes ondes selon leur fréquence ou leur longueur d'onde dans le vide.

Une lumière blanche est une lumière polychromatique où toutes les ondes de longueur d'onde comprises entre 400 nm et 700 nm sont présentes.
A chaque lumière monochromatique correspond une couleur ; par exemple une onde de 650 nanomètres donnera du rouge quand elle éclaire un papier blanc. On parlera de « couleur de la lumière ».



B - Dispersion de la lumière : obtention d'un spectre

Un prisme permet de séparer les différentes couleurs d'une lumière polychromatique : il disperse la lumière.
La figure obtenue sur un écran s'appelle un spectre.
Un réseau ou une goutte d'eau permettent aussi de disperser la lumière.

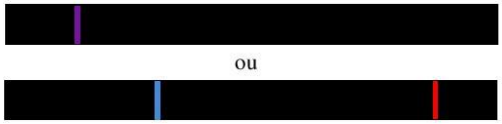


Décomposition de la lumière blanche : le spectre ci-*dessus est obtenu à partir d'une lumière qui comprend* toutes les ondes du domaine visible.

C - Couleurs d'un spectre et couleur d'un d'objet

Dans un spectre, une couleur correspond toujours à une lumière monochromatique et donc à une unique longueur d'onde. En revanche, quand on voit un objet d'une certaine couleur, la lumière envoyée par cet objet à notre œil peut être monochromatique ou polychromatique.

Exemples

Objets	Spectres de la lumière émise par ces objets	Modèle
Un objet vu	 ou	La lumière provenant de l'objet peut être monochromatique ou polychromatique
Le soleil vu blanc		La lumière émise par le soleil est une lumière blanche
La lampe vue blanche		La lumière émise lampe est polychromatique mais n'est pas une lumière blanche

Remarque : dans certains manuels, le mot radiation est utilisé à la place du mot onde.

Commentaire prof : Pour les élèves de seconde on utilise le mot onde pour onde périodique sinusoïdale. Donc une onde a une seule longueur d'onde ; pour cette raison on abandonne le terme radiation.

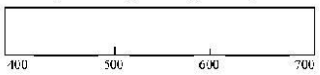
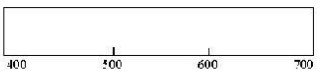
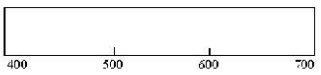
Chapitre 4 - Analyse spectrale de la lumière provenant des étoiles

Vous disposez du modèle de la lumière du chapitre 3 ainsi que du paragraphe A du modèle de ce chapitre (Modèle des spectres, application à l'astrophysique).

Activité 1 - Lumière émise par un corps chauffé

Partie A – Étude du spectre de la lumière émise par une ampoule à incandescence

On dispose d'une ampoule à filament dans laquelle on peut faire passer un courant d'intensité plus ou moins grande. Plus l'intensité du courant est importante, plus le filament de la lampe s'échauffe.
Pour analyser la lumière émise par le filament de la lampe, on regarde le filament allumé à travers un spectroscope.

1. Prévoir ce qu'on va observer lorsque l'on augmente l'intensité du courant qui traverse la lampe :			**2- Observation** Utiliser le spectroscope et corriger, si nécessaire, les spectres.	
couleur du filament	Spectre de la lumière émise	Température (entourer Faible ou Forte)	couleur du filament	Spectre de la lumière émise
	Spectre lorsque la lampe brille peu	Faible Forte		Spectre lorsque la lampe brille peu 
	Spectre lorsque la lampe brille fortement 	Faible Forte		Spectre lorsque la lampe brille fortement 

a) En déduire l'influence de la température sur le spectre de la lumière émise (faire une phrase).

3. **Chauffage d'un métal dans une flamme.**
   a) Quelle est la couleur d'une tige de fer qui commence à être chauffée dans une flamme ?
   b) Justifier l'expression « Chauffer à blanc ».
   c) A votre avis, qu'est-ce qui change lorsque la flamme du bec bunsen passe du jeune au bleu ?

Lire le paragraphe B1 du modèle

Partie B – Interprétation de la couleur des étoiles

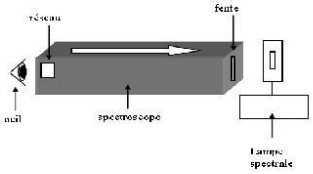
Ce que nous venons de mettre en évidence (l'influence de la température sur le spectre) est correspond à ce que nous avons évoqué dans l'introduction du chapitre 3.
En déduire, pour chaque étoile du tableau ci-dessous, sa température de surface parmi : 3300 °C ; 5500 °C ; 8000 °C ; 10 000°C.

Etoile	Rigel	Bételgeuse	Procyon	Soleil
Couleur	bleutée	rouge	blanche	jaune
Type	B	M	F	G
Température moyenne				

✂ - - - - - - - - - - - - - - ✂

Activité 2 - Spectres de différentes lampes

Une lampe spectrale contient une ampoule de verre qui contient un gaz d'atomes à faible pression. Ce gaz est porté à haute température par des décharges électriques et émet de la lumière, que l'on peut également analyser avec un spectroscope.



1. Observer à l'œil nu la lumière émise par différentes lampes spectrales, et compléter la colonne du milieu du tableau ci-dessous.
2. A l'aide d'un spectroscope ou d'un réseau, observer la lumière émise par chaque lampe. Dessiner avec des crayons de couleurs les spectres des lumières émises par les lampes.

Nom de la lampe	Couleur de la lumière émise	Spectre d'émission de cette lampe
Lampe "néon" de la salle		
Lampe à vapeur de mercure		
Lampe à vapeur de sodium		
Lampe à dihydrogène		

3. En quoi ces spectres sont très différents des spectres de la lampe à filament ?

Lire le paragraphe B2 du modèle

✂ - - - - - - - - - - - - - - ✂

Activité 3 - Détermination de la composition d'une étoile à l'aide de son spectre

Partie A – Interprétation du spectre de la lumière des étoiles

Lire le document sur la structure du soleil. On a vu dans le chapitre 3 que les raies noires sur le spectre d'une étoile permettent de connaître sa composition chimique. Cette affirmation mérite d'être précisée.

Utiliser le paragraphe C du modèle pour répondre aux questions suivantes.

1. Pour le soleil, quelle est la couche responsable de ces raies noires ?
2. Pourquoi peut-on en tirer une information sur la composition chimique de cette couche ?

Partie B - Détermination de la composition chimique de l'étoile Deneb

Sur l'ordinateur, lancer le simulateur « Analyse-spectrale ».

L'écran de droite représente une zone du ciel visible en été, appelée « le triangle d'été ». Rechercher l'étoile Deneb et cliquer dessus. Son spectre apparaît.

1. Déterminer les atomes présents à la surface de l'étoile, en comparant le spectre de Deneb avec les spectres d'émission des atomes proposés par le simulateur.

Compléter le tableau ci-dessous.

2. S'il reste du temps, déterminer la composition des couches externes de Vega, Pollux et Bételgeuse.

Etoile	Deneb	Vega	Pollux	Bételgeuse
Composition				

Document - Structure de notre étoile, le Soleil

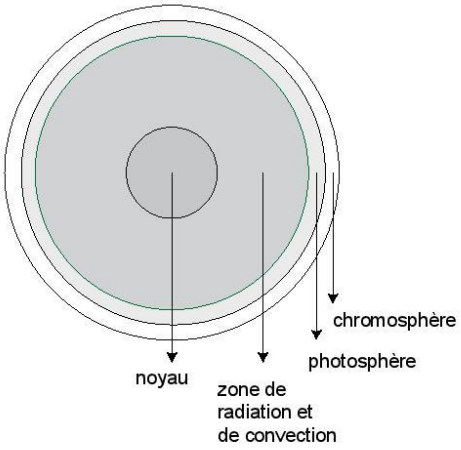
Dans une description simplifiée, le Soleil, comme la plupart des étoiles, peut être décomposé en 4 « couches » :

Le noyau : C'est la partie centrale du Soleil. La température y vaut en moyenne 15,5 millions de degrés. Des réactions de fusion nucléaire s'y produisent, qui sont à l'origine de l'énergie produite par l'étoile.

La zone de radiation et de convection : C'est une couche de gaz à l'intérieur de laquelle la chaleur produite par le noyau de propage vers l'extérieur de l'étoile.

La photosphère : Il y règne une température de quelques milliers de degrés. C'est une couche de matière qui émet de la lumière blanche dont le spectre est continu.

La chromosphère : Il s'agit d'une couche gazeuse qui est constituée d'ions et d'atomes.

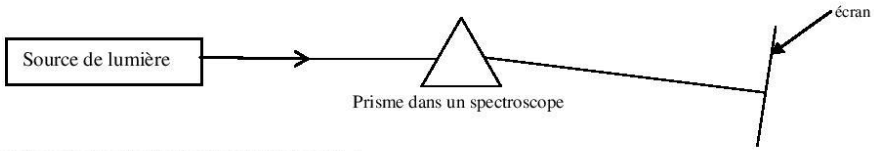


Chapitre 4 – Modèle des spectres, application à l'astrophysique

A - Définition d'un spectre

Un spectre est l'image obtenue lors d'une expérience de dispersion de la lumière. Le mot « spectre » est aussi utilisé pour désigner l'ensemble des ondes composant la lumière dispersée.

B - Différents types de spectres

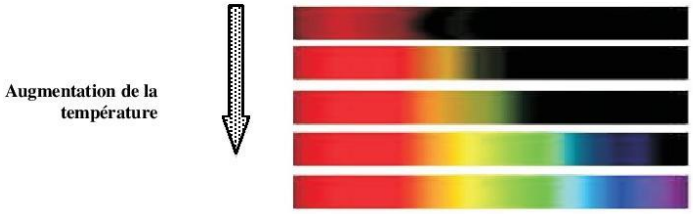


Montage permettant d'obtenir un spectre :

B1- Spectres continus d'émission - Lumière émise par un solide ou un liquide chauffé

- Un solide ou un liquide émet de la lumière visible si sa température est suffisamment élevée.
- Le spectre de cette lumière est continu et comporte un domaine de longueurs d'onde qui dépend de la température du corps.
- Plus la température est élevée, plus le spectre de la lumière émise s'enrichit en ondes de faibles longueurs d'ondes (correspondant au bleu).

Evolution du spectre d'un solide chauffé à une température de plus en plus élevée

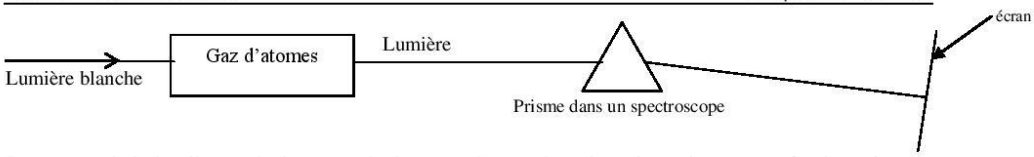


B2 - Spectres de raies d'émission - Lumière émise par un gaz chauffé

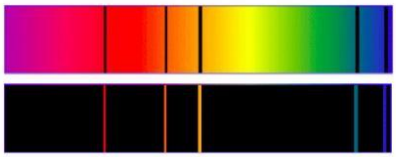
Un gaz porté à haute température émet une lumière dont le spectre est discontinu : c'est un spectre de raies. Seules quelques ondes sont présentes. Les longueurs d'onde caractérisant ces ondes dépendent de la composition de ce gaz.

B3 - Spectre de raies d'absorption

Lorsque de la lumière blanche traverse un gaz constitué d'atomes isolés, des ondes présentes dans cette lumière peuvent être absorbée par le gaz.



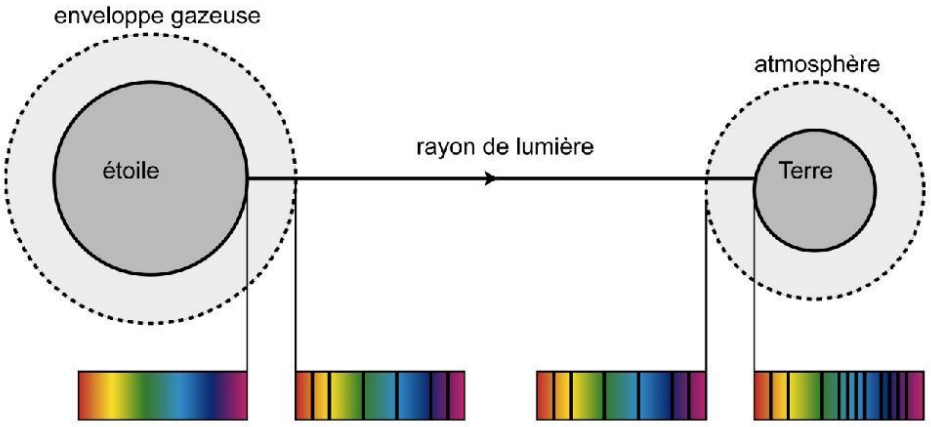
Le spectre de la lumière après la traversée du gaz présente alors des raies noires sur un fond continu.

Spectre de raies d'absorption		Les ondes absorbées par un gaz d'atomes sont toujours exactement les mêmes que celles que ce gaz peut émettre car elles dépendent de la composition de ce gaz.
Spectre de raies d'émission		

Les spectres de raies d'émission et d'absorption sont caractéristiques de la nature des atomes et des ions et constituent leur signature.

C - Spectre de la lumière d'une étoile

Une étoile émet de la lumière car sa température est très élevée. La lumière émise traverse la couche gazeuse qui enveloppe l'étoile. Lors de cette traversée, certaines ondes sont absorbées.
Le spectre de la lumière d'une étoile permet donc de connaître :
- la composition chimique de son enveloppe externe grâce aux raies d'absorption
- la température de surface de l'étoile à partir du fond continu.



Spectre de la lumière émise par l'étoile à sa surface	Spectre de la lumière quittant l'étoile → indications sur la composition de l'enveloppe gazeuse de l'étoile	Spectre de la lumière avant de traverser l'atmosphère terrestre	Spectre de la lumière arrivant sur Terre → indications sur la composition de l'atmosphère terrestre

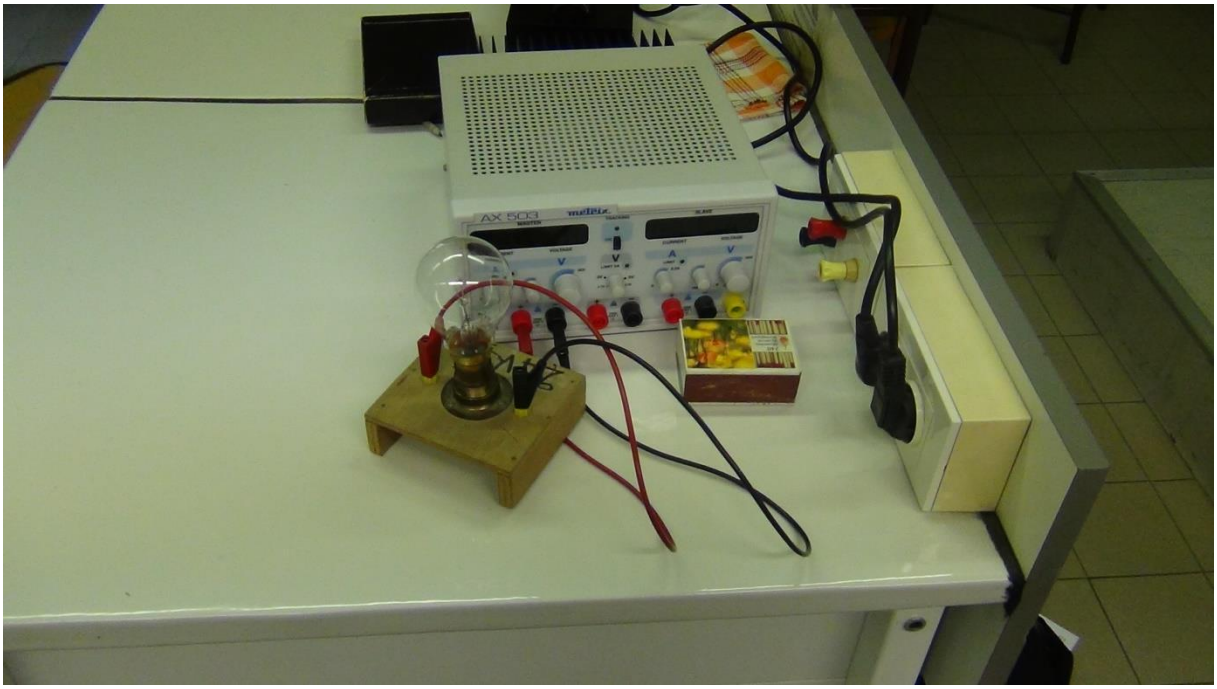
Dans le cas du Soleil :

- le fond continu du spectre a permis d'estimer une température de surface de 6.10^3 °C.
- les raies d'absorption ont permis de montrer que l'enveloppe qui entoure le Soleil est essentiellement constituée d'hydrogène et d'hélium gazeux.

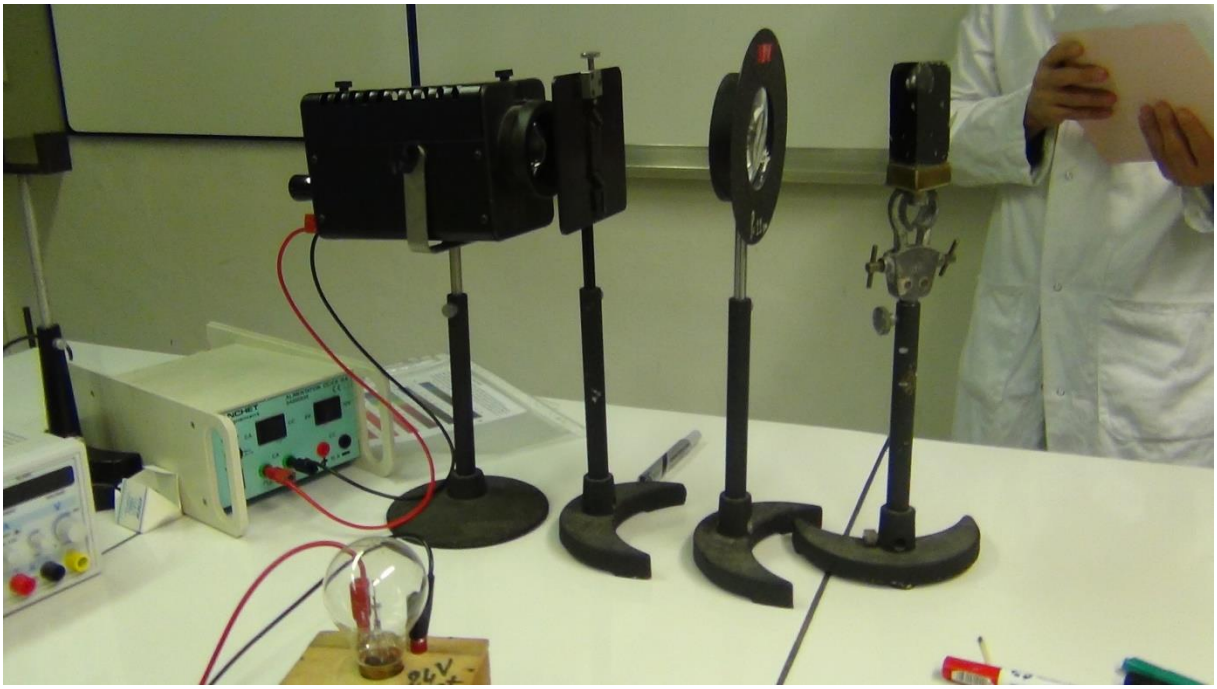
Annexe 12.3. Ressources de type expérimental

Spectroscope en carton

Lampe à filament



Dispositif de disperser la lumière



Annexe 13. Transcription des entretiens avec les laborantins

Dans toute la suite, l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI)

Annexe 13.1. Entretien avec la laborantine dans l'établissement du Professeur Jean

1Intervieweur : En fait, mon travail concerne l'intérêt de l'enseignant qui enseigne la physique, la chimie soit pour la physique, soit pour la chimie dans le contexte de changement de programmes, des entrées thématiques et des démarchés d'investigation. **D'après vous, est-ce que vous rencontrez des enseignants qui préfèrent plus la physique ou plus la chimie ?**

2Laborantine : Il y a plus d'enseignants qui préfèrent la physique de toute façon, oui.

3Intervieweur : Et la chimie ?

4Laborantine : La chimie…

5Intervieweur : Vous connaissez combien, ça fait combien d'enseignants qui préfèrent la physique dans votre établissement ?

6Laborantine : ils sont six en tout, il doit y en avoir quatre à peu près qui préfèrent la physique, et puis deux qui préfèrent la chimie. Oui, il me semble.

7 Intervieweur : Et c'est qui qui préfère la chimie ?

8 Laborantine : Il y a François, et puis Nicole. Les autres sont plus physiciens quand même.

9 Intervieweur : D'accord. Alors, d'après vous, est-ce que Jean préfère plutôt la physique ?

10 Laborantine : Pour moi il préfère la physique aussi, je pense.

11Intervieweur: Est-ce qu'ils demandent beaucoup de matériel pour l'enseignement de la physique ou une aide ?

12 Laborantine : Non, pas trop.

13 Intervieweur : Et dans l'enseignement de la chimie ?

14Laborantine : Il y a plus de matériel pour la chimie quand même, ça demande plus de travail quand même.

15Intervieweur : Est-ce qu'ils préparent des expériences, des maquettes plutôt en physique ou plutôt en chimie ?

16Laborantine : Les deux, je pense les deux, oui, plus en chimie aussi, mais après, il y a toujours des petites expériences en physique aussi.

17Intervieweur : Est-ce qu'en chimie, ils demandent une aide laboratoire ou des choses comme ça ?

18Laborantine : Oui, oui, pour les TP ou pour les expériences.

19Intervieweur : Oui, pour les TP, oui.

20Laborantine : Oui, oui, où on a pas mal de matériel à installer quand même pour les TP de chimie.

21Intervieweur : Et vous êtes laborantine en physique – chimie ou en physique justement ?

22Laborantine : Les deux, oui, c’est dans les gros lycées qu’il y a des laborantines qui ne font que de la physique ou de la chimie, mais là, on ne peut pas, c’est trop petit le lycée quand même.

23Intervieweur : D’accord, alors il y a quatre enseignants qui préfèrent…

24Laborantine : À peu près, oui, je pense.

25Intervieweur : Et il y en a deux qui préfèrent la chimie.

26Laborantine : Oui.

27Intervieweur : D’accord, c’est tout.

28Laborantine : Oui.

29Intervieweur : Oui, merci beaucoup.

30Laborantine : c’est bon ?

31Intervieweur : Absolument oui.

Annexe 13.2. Entretien avec les laborantins dans l'établissement du Professeur Philippe

Dans toute la suite, l'interviewer (c'est moi effectivement – Mohammad Dames ALTURKMANI)

1Intervieweur :En fait, voilà ma première question, est-ce que vous rencontrez des enseignants qui préfèrent faire plus de la physique dans l'établissement ?

2Laborantin**e** : La plupart du temps, les femmes préfèrent plus la chimie, et c'est vrai que les hommes sont plus attirés par la physique.

3Intervieweur :Et comment vous voyez ça ?

4Laborantin : Déjà, moi, je le vois, la façon dont ils organisent leurs demandes. Une femme saura plus vite ce qu'elle veut en chimie comme matériel et tout, un homme, il lui faut toujours un tas de trucs, et en fin de compte, il ne se sert pas de tout ce qu'il demande, tout le matériel, et quand il y a des problèmes techniques, c'est vrai que, je vois notre responsable, elle va plus se tourner vers les hommes pour leur demander la solution.

5Intervieweur :D'accord. Alors combien de professeurs dans votre établissement en physique et en chimie.

6Laborantin**e** : Cinq, ils sont cinq, oui.

7Intervieweur : Et combien de femmes ?

8Laborantine : Une femme.

9Intervieweur : Une femme, et vous voyez qu'elle préfère la chimie ?

10Laborantine : Moi, je pense, oui. Je vous dis, c'est en fonction de sa demande de matériel qu'on voit qu'elle est plus attirée par ça.

11Intervieweur : Je pose la même question… Est-ce que vous rencontrez des enseignants qui préfèrent plus la physique ?

12Laborantin : Oh oui, oui, oui !

13Intervieweur : Et comment vous savez ça ?

14Laborantin : C'est par rapport au matériel qu'ils demandent, et aussi, on le voit au sein du TP des difficultés qu'ils rencontrent.

15Intervieweur : Et vous pouvez me donner un exemple ?

16Laborantin : Le matériel, c'est simple, quand ils font de la chimie, ils vont demander des expériences un peu plus complexes, plus de matériel. Ça ne veut rien dire parce que des fois, on demande plus de matériel parce qu'on n'est pas sûr de soi, mais surtout on les voit au sein du TP qu'ils sont plus à l'aise, ils expliquent plus facilement à leurs élèves.

17Intervieweur : D'accord. Et ma deuxième question : est-ce que Philippe, d'après vous, il préfère la physique ou la chimie ?

18Laborantin : Ma réponse, elle est un peu biaisée parce que je connais son parcours universitaire, et tout, donc je sais que c'est un chimiste à la base, donc on voit bien qu'il se sent plus à l'aise en

chimie, surtout en chimie orga, tout ce qui est chimie de synthèse et tout, on voit tout de suite qu'il a fait une thèse en chimie.

19Intervieweur : C'est par rapport à sa formation ?

20Laborantin : Par rapport à sa formation, mais par rapport aussi, comme j'ai dit avant, au matériel qu'il demande, et puis la façon de construire son cours. Nous, on ne voit pas bien en détail, mais j'ai assez d'expérience pour le ressentir.

21Intervieweur : Et vous, Madame, comment vous voyez cela ?

22Laborantine : Moi, je ne connais pas son parcours, mais je ne suis pas vraiment d'accord avec mon collègue. Plus à l'aise, je ne sais pas s'il est vraiment à l'aise dans ses cours, parce qu'il est assez… Si, il doit être à l'aise devant les élèves, mais je veux dire assez, comment dirais-je ? Désordonné. Il demande trop de matériel.

23Intervieweur : Et ma troisième question, est-ce qu'il demande beaucoup de matériel pour l'enseignement de la physique ou pour l'enseignement de la chimie ?

24Laborantin : À ce moment-là, c'est une opinion personnelle parce qu'on n'est pas des enseignants nous.

25Intervieweur : Oui.

26Laborantin :Moi, en tant que papa, j'estime que des fois, il ne faut pas déborder, demander trop de choses, donc un élève s'il a trop d'appareils, trop de matériel sur sa table, il est perdu, cela va le stresser dès le départ, donc on sait qu'avec les nouvelles méthodes d'enseignement, on leur demande de chercher le matériel adéquat et tout, et ayant des enfants, je sais que si on met trop de choses, ils vont se braquer, se bloquer plus que ça les aide. Donc un prof qui demande trop de matériel, pour nous, en tant que techniciens, ça ne nous inspire pas trop confiance, sans être méchant.

27Intervieweur : Lui (Philippe), demande beaucoup de matériel en physique ou en chimie ? Comment vous voyez ça ?

28Laborantine : Moi, je dirais en chimie.

29Laborantin : En chimie, pas mal. Mais moi, l'impression, c'est qu'il demande beaucoup en chimie parce qu'il maîtrise la chimie, et des fois, il leur (les élèves) demande des choses en plus.

30Laborantine : Je ne suis pas d'accord parce que s'il maîtrisait vraiment, il se servirait de tout ce qu'il demande.

31Laborantin : Je ne sais pas. Je ne vois pas la même chose, on ne voit pas de la même manière, donc c'est bizarre. Je ne savais pas.

32Laborantine : Oui, après, chacun son opinion.

33Laborantin : Moi, je vois bien que Éric, c'est un bon physicien, ce n'est pas un problème, il est un bon bricoleur, et tout. Philippe aussi, mais je pense que son côté bricolage est plus dans la chimie que dans la physique. C'est marrant, on ne voit pas du tout de la même façon.

34Intervieweur : La dame (la laborantine), elle voit que les femmes sont plus à l'aise avec la chimie qu'avec la physique.

35Laborantin : Ah oui, mais ça a toujours été comme ça, même à la fac, on voyait bien que les filles se débrouillaient mieux en chimie biologique qu'en physique, dès que c'était physique, matériel, pourtant il n'y a rien de compliqué, mais elles prennent peur.

36Intervieweur : À votre avis, pourquoi ?

37Laborantin : non, mais ça, depuis que je suis petit, je vois ça. J'ai toujours vu ça au lycée, à la fac, une fille dès que c'est un petit peu de biochimie, de chimie, de biologie, il n'y a aucun problème, elles s'y attaquent tout de suite, mais dès que c'est oscilloscope, GBF, circuit électronique, c'est la panique. La méca, un petit peu, elles le font, l'optique un petit peu, mais dès que ça devient un truc qui est plus lié à l'électricité, j'ai toujours vu une étudiante, ou un étudiant s'angoisser. Celles qui ne s'angoissent pas en électronique, on les voit après en Prépa, et dans les écoles d'ingénieurs, c'est bizarre…

38Intervieweur : Ma quatrième question, Philippe, est-ce qu'il prépare des expériences, des maquettes plus en physique ou en chimie ?

39Laborantin : Des maquettes ?

40Laborantine : Des expériences, pas forcément des maquettes, mais une démonstration de TP ?

41Intervieweur : Oui, oui.

42Laborantin : Je le verrais plus en chimie aussi, des petites expériences rapides, TD, plus ou moins.

43Laborantine : Oui, peut-être.

44Intervieweur : Et est-ce qu'en physique, il demande une aide plus qu'en chimie ?

45Laborantin : Les profs dans ce lycée sont assez autonomes, ils ne demandent pas trop, moi personnellement, non, plutôt aller chercher un matériel, il manque ci, il manque ça, ou un appareil qui ne marche pas, mais demander de l'aide, non.

46Laborantine : Non, on n'intervient jamais, enfin très rarement.

47Laborantin : C'est plutôt une main.

48Intervieweur : D'accord, merci beaucoup, c'est tout.