Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants

Jean-Philippe Georget

UNIVERSITÉ PARIS DIDEROT (Paris 7)

École doctorale
Savoirs scientifiques : épistémologie, histoire des sciences, didactique des disciplines

DOCTORAT

Didactique des mathématiques

Jean-Philippe GEORGET

Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants

Thèse dirigée par Michèle ARTIGUE

Soutenue le 30 septembre 2009

JURY

Mme Michèle ARTIGUE, directrice de thèse
Mme Lucie DEBLOIS, rapporteuse
Mme Viviane DURAND-GUERRIER, examinatrice
Mme Catherine HOUDEMENT, examinatrice
M. Luc TROUCHE, rapporteur

Remerciements

L'aboutissement de cette thèse doit beaucoup à plusieurs personnes que je souhaite remercier ici.

Tout d'abord, je remercie Michèle Artigue d'avoir accepté de diriger mon travail. Au-delà de son suivi patient et exigeant et de sa grande disponibilité, je la remercie aussi beaucoup d'avoir contribué à enrichir ma formation par des expériences et des collaborations fructueuses en dehors du travail de thèse.

Luc Trouche et Lucie DeBlois ont accepté, en tant que rapporteurs, d'examiner mon travail avec attention et je les en remercie. Le rapport qu'ils ont rédigé m'a permis de mieux mesurer l'intérêt et les limites de cette thèse. Nos discussions ont aussi contribué à son élaboration.

Catherine Houdement et Viviane Durand-Guerrier ont accepté de participer au jury de soutenance et m'ont aussi indiqué plusieurs pistes de travail utiles à explorer. Je les en remercie.

Je remercie vivement les enseignants qui ont accepté de participer à la composante expérimentale de cette thèse.

Je remercie l'IUFM Centre Val de Loire et l'INRP d'avoir facilité mon travail de recherche par des décharges ou des aménagements de cours.

Enfin, je remercie très chaleureusement ma famille, mes amis et mes collègues qui ont supporté cette thèse et son auteur, sur la durée et de bien des façons !

Table des matières

Chapitre 1

Introduction générale et problématique

Au moment où nous avons débuté notre travail de recherche, les programmes de l'enseignement primaire parus en 2002[1] demandaient aux enseignants de proposer à leurs élèves « *de véritables problèmes de recherche, pour lesquels ils ne disposent pas de solution déjà éprouvée et pour lesquels plusieurs démarches de résolution sont possibles.* ». Ils précisaient aussi que « *C'est [...] l'activité même de résolution de problème qui est privilégiée dans le but de développer chez les élèves un comportement de recherche et des compétences d'ordre méthodologique : émettre des hypothèses et les tester, faire et gérer des essais successifs, élaborer une solution originale et en éprouver la validité, argumenter[...] les élèves doivent être mis en situation de prendre en charge les différentes tâches associées à la résolution d'un problème[...]* ». Cette demande, qui n'était pas nouvelle (Artigue et Houdement 2007), a été réitérée dans les programmes parus en 2007[2] pour être plus ou moins mise en retrait dans ceux parus en 2008, même si le socle commun de connaissances et de compétences encourage toujours à poursuivre dans la même voie[3]. Malgré le fait que les enseignants semblent respecter les horaires consacrés aux mathématiques[4], l'existence de documents qui pourraient les aider et la persistance de la demande institutionnelle, les pratiques des enseignants ne changent pas sensiblement, en témoignent un rapport récent de l'IGEN[5], les évaluations nationales et internationales telles que PISA[6] et aussi nos échanges avec des formateurs et des chercheurs en didactique des mathématiques. Ainsi, les travaux portant sur la transposition de l'activité du chercheur mathématicien au sein de la classe, s'ils se targuent généralement d'une certaine réussite, ne semblent pas avoir diffusé au-delà de cercles restreints. De récents travaux sur le sujet le montrent aussi, nous y reviendrons. Ceci nous conduit à émettre plusieurs hypothèses pour expliquer ce constat.

1. Tout d'abord, nous supposons que la pratique des activités de recherche et de preuve entre pairs (RPP)[7] est particulièrement complexe, tant du point de vue didactique que pédago-

[1]Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*b*).

[2]Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2007).

[3]Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2008 ; Ministère de l'Éducation Nationale 2006*a*).

[4]Selon le rapport de l'Inspection Générale de l'Éducation Nationale (IGEN 2006, p. 38), les horaires de mathématiques sont respectés par environ 80% des enseignants, 5% dépassent les horaires et 13% sont en dessous.

[5]Cf. (ibid.).

[6]Cf. http://www.oecd.org/.

[7]Nous reviendrons sur l'expression *activités de recherche et de preuve entre pairs* à la section 4.1 page 76. En particulier, notre travail concerne essentiellement les activités RPP/non-ONT, c'est à dire qu'elle ne vise pas spécialement une notion ou une technique mathématique particulière.

gique, et aussi que la distance entre les pratiques visées et les pratiques existantes est relativement grande. À cet égard, la conclusion du rapport de l'IGEN précise par exemple que « *Les maîtres s'emploient majoritairement et avec une habilité variable à mettre en oeuvre la démarche préconisée depuis plus de vingt ans qui consiste à accorder une grande place à la résolution de problème. Le plus grand nombre d'entre eux rencontre des difficultés qui conduisent à dire que la notion de problème est brouillée : c'est un premier souci majeur. Qu'il s'agisse de problèmes pour construire des connaissances nouvelles ou de "problèmes pour chercher", les efforts des enseignants se heurtent à la complexité des mises en oeuvre. Dans bien des cas, les démarches observées se sont révélées contre-productives notamment lorsqu'elles ne tiennent pas compte des connaissances réelles des élèves ou de leurs erreurs. Les notions de procédures personnelles et de procédures expertes ne semblent pas comprises.* » (IGEN 2006, pp.58-59).

2. Par ailleurs, la fréquentation régulière des Inspecteurs de l'Éducation Nationale de circonscription, de leurs conseillers pédagogiques, des enseignants stagiaires et titulaires, des formateurs et des chercheurs en didactique des mathématiques nous montre que l'utilisation des manuels scolaires prédomine. Or, les activités de « résolution de problèmes » qui y sont proposées sont rarement des activités de recherche (Coppé et Houdement 2002 ; Houdement 1998)[8]. Des ressources de qualité ne suffisent donc pas et nous sommes donc amenés à supposer que l'information pertinente n'est pas accessible aux enseignants, ne serait-ce qu'au niveau des supports de publication. En effet, depuis plusieurs années, des documents existent autour des activités RPP[9] mais ils restent peu présents dans l'espace de travail des enseignants. Les nouveaux moyens utilisés pour diffuser, notamment en ligne, les documents d'application et d'accompagnement des programmes[10] n'ont d'ailleurs pas semblé provoquer de changement perceptible dans les pratiques. Au-delà des problèmes d'accessibilité physique, nous faisons l'hypothèse que l'ergonomie des documents destinés aux enseignants n'est pas optimale pour favoriser la pratique des activités RPP.

3. Enfin, comme dans (Jaworski 2003, pp. 255-258), nous supposons qu'un changement de pratique est plus difficile pour un enseignant isolé que pour un groupe d'enseignants, d'autant plus si les « nouvelles » pratiques sont éloignées des « anciennes ». On sait, par exemple, que de simples changements de programmes ne suffisent pas à infléchir les pratiques. Un travail collaboratif, même minimal, est donc nécessaire, les enseignants pouvant échanger autour de leur pratique, de leurs réussites et de leurs échecs, des problèmes qu'ils rencontrent et partager les solutions qu'ils trouvent. Cependant, ce travail n'existe pas ou peu dans les pratiques enseignantes, il faut donc étudier les moyens d'affaiblir et de dépasser les contraintes et les obstacles qui conditionnent, en partie, les pratiques existantes pour le favoriser.

Ayant fait des hypothèses expliquant le constat fait plus haut, il faut maintenant rechercher l'existence et les conditions d'une écologie favorable à des changements de pratique et donc faire des hypothèses sur les moyens d'actions pertinents à mettre en oeuvre pour favoriser la pratique des

[8] À ce sujet, le rapport de l'IGEN (IGEN 2006, p. 38) précise que la résolution de problèmes consiste souvent en l'exploitation de données numériques. Ces activités étant, pour l'essentiel, choisies dans les manuels, on peut alors comprendre pourquoi, selon une étude de la direction de l'évaluation et de la prospective (Ministère de l'Éducation Nationale 2006*b*, p. 63), c'est dans l'enseignement des mathématiques que les enseignants ressentent le moins de difficultés.

[9] Les ouvrages de l'équipe ERMEL par exemple, cf. bibliographie.

[10] Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c* ; Ministère de l'Éducation Nationale 2005).

activités RPP.

1. Concernant la complexité des activités visées et la distance avec les pratiques existantes, il faut chercher à identifier et à affaiblir certaines contraintes des pratiques enseignantes et réduire la distance les séparant des pratiques visées. En tenant compte de la variété des enseignants, il faut leur permettre d'accéder à ces nouvelles pratiques et d'y évoluer à leur rythme. Nous supposons que cela est possible, d'une part, en leur proposant des ressources adaptées et, d'autre part, en favorisant et en accompagnant un travail collaboratif.
2. Lorsque l'on propose des « nouvelles » activités de classe à des enseignants, ces derniers peuvent les refuser, les dénaturer, les utiliser sporadiquement ou bien les intégrer plus profondément dans leur enseignement. Des hypothèses précédentes concernant les ressources, tant sur le fond que sur la forme, nous pensons qu'il faut proposer des ressources ergonomiques. En particulier, ces dernières doivent être facilement accessibles. L'utilisation des nouvelles technologies s'impose donc. Pour les autres aspects ergonomiques, il faudra nous appuyer sur une étude des documents existants, instructions officielles comprises, afin d'optimiser nos choix.
3. Ayant fait l'hypothèse de la nécessité d'un travail collaboratif, il faut aussi rechercher les moyens et les conditions d'une écologie favorable pour le faire vivre. Nous supposons qu'il est coûteux pour les enseignants, il doit donc être initié et étayé par un accompagnement souple et multiforme. L'utilisation des nouvelles technologies devrait aussi permettre de ne pas limiter le réseau des enseignants au cadre de leur école.
4. Enfin, nous pensons qu'un dispositif de changement de pratique s'inscrit dans la durée. Le champ de l'étude de la formation des enseignants de mathématiques est relativement jeune mais des recherches récentes en didactique des mathématiques ont montré que les pratiques se forment assez tôt et restent relativement stables par la suite (Lenfant 2002 ; Roditi 2001). Ceci nous paraît d'autant plus fort dans le cadre de l'enseignement primaire que les enseignants n'ont généralement pas fait d'études poussées de mathématiques[11]. Une certaine confiance doit donc naître dans la communauté afin que des éléments de pratique puissent y être exposés. Pour étayer nos hypothèses sur la nécessité d'un travail collaboratif et de sa durée, nous reprenons aussi les conclusions d'Aline Robert (Robert 2001, notamment pp. 62-63) sur l'effet apparemment limité des formations « traditionnelles » en termes de changement de pratique et sur la difficile transposition dans les pratiques ordinaires d'ingénieries didactiques a priori optimales pour l'apprentissage des élèves[12]. Cette étude est donc l'occasion d'expérimenter un dispositif nouveau pour permettre un travail collaboratif entre enseignants. Pour ce faire, un appui sur la théorie des communautés de pratique (Wenger 2005) semble pertinent.

La thèse que nous formulons est qu'une communauté de pratique d'enseignants (CoP), supportée notamment par les nouvelles technologies, est susceptible de favoriser la pratique d'activités de recherche et de preuve entre pairs (RPP) dans les classes. Il faut donc clarifier ce que sont les activités RPP et quelles sont leurs potentialités, puis étudier les expérimentations antérieures et les ressources existantes les plus accessibles aux enseignants, instructions officielles comprises. Dans un deuxième temps, il faut étudier la théorie des CoP et l'utilisation qu'il est possible d'en faire

[11] Nous y reviendrons page 260.

[12] L'auteur appuie ses conclusions sur des travaux antérieurs menés dans le domaine.

en didactique des mathématiques. Ceci passe en partie par une étude de la littérature afin d'analyser les travaux qui y font référence. Enfin, dans un troisième temps, il est pertinent de tester expérimentalement nos hypothèses à l'aide d'un dispositif consistant à créer et à coordonner une communauté d'enseignants. L'étude de ce dispositif devra se centrer, d'une part, sur les pratiques de classe, sur leurs évolutions et leurs contraintes, et, d'autre part, sur les dynamiques favorisant l'activité de la CoP et leurs effets sur les pratiques de classe. Ainsi, les résultats que nous espérons obtenir concernent ces deux grands axes : les pratiques de classe et l'activité d'une CoP émergente.

Notre travail se situe dans la continuité logique de travaux antérieurs (Perrin-Glorian et al. 2008) puisqu'il s'intéresse aux activités de recherche en classe de mathématiques, au rôle et à la capacité des enseignants pour les mener, notamment en ce qui concerne leur composante « métier », et enfin aux moyens envisageables, notamment technologiques, pour favoriser de « nouvelles » pratiques dans des classes ordinaires. Plus largement, il concerne la formation des enseignants à l'enseignement des mathématiques, les communautés de pratique, la conception de ressources numériques destinées au enseignants et, *in fine*, la formation mathématique des élèves.

Organisation de la thèse

La thèse sera développée dans les six chapitres suivants[13]. Au chapitre 2, nous commencerons par présenter un premier faisceau théorique composé de la théorie des communautés de pratique de Wenger, de la double approche didactique et ergonomique de Robert et Rogalski et des concepts d'ergonomie des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH). Le chapitre 3 sera consacré à la méthodologie de l'expérimentation et de son analyse. Il complètera aussi le faisceau théorique, notamment en ce qui concerne la théorie des communautés de pratique. Le chapitre 4 sera consacré aux activités de recherche en classe. Nous y présenterons de nouveaux outils pour les étudier puis une analyse de recherches antérieures sur le sujet, une analyse des instructions officielles du cycle 3 de l'enseignement primaire, une analyse de deux situations extraites de la littérature professionnelle et enfin une analyse de deux activités choisies parmi celles proposées aux enseignants de l'expérimentation. Le chapitre 5 permettra d'avoir une vue générale du déroulement de l'expérimentation et présentera les analyses de l'activité de la CoP. L'analyse des pratiques de classe et des trajectoires des enseignants de l'expérimentation seront, elles, présentées au chapitre 6. Enfin, le chapitre 7 reviendra sur les principaux résultats de notre travail et sur les perspectives de recherche. Les dernières parties seront constituées par la bibliographie et les annexes.

[13] À titre d'information, ce document a été réalisé à l'aide des principaux systèmes informatiques libres suivants : Debian GNU/Linux, Emacs, AUCTeX, LaTeX, pdfLaTeX, BibTeX, biblatex, csquotes, varioref, booktabs, ctable.

Chapitre 2

Cadrage théorique

Ce chapitre sera consacré au cadrage théorique principal de notre recherche. Il sera complété au début du chapitre 4 en ce qui concerne les types de problèmes de recherche mis en oeuvre dans les classes et sur leurs potentiels. En élaborant notre problématique, nous avons émis l'hypothèse qu'une communauté de pratique (CoP) d'enseignants pouvait favoriser la pratique des activités RPP dans les classes. Nous présenterons ici la théorie développée par Étienne Wenger qui nous permettra de caractériser le dispositif mis en place dans l'expérimentation puis d'analyser son fonctionnement. La présentation sera donc centrée sur certains de ses concepts puis nous ferons une étude de la littérature utilisant cette théorie. Nous présenterons ensuite le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique des pratiques développé par Aline Robert et Janine Rogalski. Ce sera l'occasion d'étudier sa compatibilité avec la théorie des CoP. Enfin, avant de conclure et de revenir sur la formulation de notre problématique, nous compléterons le cadrage théorique par plusieurs concepts issus des recherches sur l'ergonomie des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH). Nous généraliserons leur usage hors du cadre numérique, ce qui nous permettra de les utiliser pour analyser des ressources existant sous des formats non numériques.

2.1 Les communautés de pratique

Notre premier contact avec la théorie des communautés de pratique correspond à la lecture de l'étude (Daele et Charlier 2002) sur les communautés délocalisées d'enseignants. En effet, nous cherchions dans la littérature scientifique un concept de communauté en accord avec l'esprit de notre travail. Dans cette étude, plusieurs concepts théoriques sont présentés pour appréhender une communauté, d'enseignants ou non, et son fonctionnement : ceux de communauté professionnelle[1], de communauté d'intérêt[2], de communauté d'intérêt intelligente[3], de communauté d'apprenants ou d'apprentissage[4] et aussi celui de communauté de pratique d'Étienne Wenger (ibid., p. 146). La synthèse qui en est faite s'appuie sur les *dimensions de la pratique* et a particulièrement retenu notre

[1] Communauté réunie par la participation à une même profession (Daele et Charlier 2002, p. 5).

[2] « *Les communautés d'intérêt peuvent être assimilées à des regroupements de personnes qui partagent de l'information sur des sujets variés se rapportant à la vie ou à l'activité professionnelle* » (ibid., p. 29).

[3] C'est une communauté d'intérêt qui se crée « *pour répondre à un besoin ciblé d'emblée* » pour une durée prescrite (ibid., p. 30).

[4] Ce sont des « *communautés qui regroupent des apprenants dans un contexte éducatif formel* » (ibid., p. 30).

attention au début du travail préparatoire à notre thèse[5] par sa proximité avec l'expérimentation que nous avions imaginée. Ceci nous a amené à approfondir notre connaissance de la théorie des communautés de pratique (Wenger 2005 ; Wenger 1998)[6].

L'introduction qui suit décrira la perspective générale de cette théorie et ses origines. Nous présenterons ensuite les concepts et les aspects théoriques développés par Wenger en les illustrant d'exemples donnés par l'auteur mais aussi d'autres exemples qui nous semblent pertinents en didactique des mathématiques. Enfin, nous présenterons l'usage fait de cette théorie dans la littérature consultée.

2.1.1 Introduction générale

Wenger souhaite proposer une théorie sociale de l'apprentissage et une perspective opérationnelle qui permette de le favoriser. Il ne prétend ni à l'exhaustivité, ni à l'intégration des multiples cadres théoriques qu'il évoque dans son travail (Wenger 2005, p. 2 et note 1, p. 5). Il propose un cadre d'étude et d'aide à la conception, au « design », de contextes d'apprentissage. Cette théorie a notamment été élaborée par Wenger à la suite de ses travaux avec l'anthropologue Jean Lave[7] sur l'apprentissage « sur le tas » (*apprenticeship*) et en lien avec son activité professionnelle dans le domaine du *knowledge management* (Wenger et Snyder 2000 ; Wenger et al. 2002). Ces deux dernières références s'attachent plutôt aux aspects de mise en oeuvre des communautés de pratique, nous les utiliserons principalement dans le chapitre 3 consacré à la méthodologie de notre expérimentation[8]. Pour en savoir plus sur les origines de la théorie de Wenger, on pourra non seulement consulter (Wenger 2005) ou (Wenger 1998) mais aussi (Soulier 2004), référence synthétique située hors du champ de la didactique.

2.1.2 Principaux concepts de la théorie des communautés de pratique

Pour présenter sa théorie, l'auteur s'appuie notamment sur deux études de cas issues d'une recherche qu'il a menée durant une année dans une entreprise nommée Alinsu[9] (Wenger 2005). Ces études sont liées au traitement des dossiers de réclamations concernant des remboursements de frais médicaux par cette entreprise. Dans la première étude de cas « *Bienvenue dans le monde du traitement des dossiers de réclamations !* » (ibid., pp. 23-40), l'auteur raconte la journée d'une employée, prénommée Ariel, du départ de son domicile le matin pour se rendre à son travail jusqu'à son retour le soir. Plusieurs éléments et anecdotes sont relatés dans cette étude de cas. La seconde étude est intitulée « *Le problème des lignes "C, F et J"* » (ibid., pp. 41-47). Elle a pour objet une procédure et un formulaire imaginés par un service d'Alinsu et mis en place pour faciliter le travail des agents qui traitent les réclamations de certains clients. L'auteur raconte comment, malgré une certaine prise en compte par l'entreprise des dysfonctionnements occasionnés, la procédure et le formulaire ne permettront aux agents ni de contrôler eux-mêmes la vraisemblance de leurs calculs,

[5]Cf. page 18.

[6]La lecture de (Wenger 2005) nous a plusieurs fois amené à nous reporter à (Wenger 1998). Pour autant, dans un souci de simplification, nous ne nous référerons par la suite qu'à la traduction en français de l'ouvrage initial de Wenger.

[7]Wenger présente sa théorie comme englobant ses travaux précédents et se réfère notamment à J. Lave et E. Wenger (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press (non consulté).

[8]Cf. page 49.

[9]Cf. (Wenger 2005, note 12, p. 21) pour un bref résumé de l'origine de ces études de cas.

ni de comprendre les objectifs poursuivis par l'entreprise puis de quelle manière cela les gênera pour mener leur travail sereinement et correctement.

Apprentissage, pratique et communautés de pratique

Wenger résume ainsi les préconceptions par rapport à l'apprentissage qui fondent sa théorie des CoP :

- *L'homme est un être social et il s'agit là d'un aspect fondamental de l'apprentissage.*
- *La connaissance est une question de compétence en lien avec des projets comme chanter une chanson, faire une découverte scientifique, réparer des outils, écrire de la poésie, être aimable, grandir comme un garçon ou une fille...*
- *La connaissance consiste à participer à la poursuite de tels buts, ce qui se traduit par un engagement dynamique dans le monde.*
- *La recherche de sens, notre habileté à connaître le monde et à s'y engager de façon significative, est en somme ce que vise l'apprentissage.*

(ibid., p. 2)

Il identifie quatre composantes pour une théorie sociale de l'apprentissage :

- *le sens : notre capacité à être en contact avec la vie et le monde de façon significative.*
- *la pratique : nos ressources historiques et sociales communes, des contextes de travail et des perspectives qui soutiennent l'engagement mutuel dans l'action.*
- *la communauté : des regroupements facilitant la réalisation de nos projets et une forme de participation pouvant être identifiée à une compétence.*
- *l'identité : l'impact de l'apprentissage sur soi et une façon de créer des histoires personnelles en devenir dans nos communautés.*

(ibid., p. 3)

L'apprentissage est vu sous l'angle d'un processus de participation sociale et les préconceptions et les composantes de Wenger préfigurent les concepts développés dans la théorie des CoP. L'auteur présente plus loin le concept de CoP de la façon suivante :

> *Notre condition humaine entraîne la poursuite de toutes sortes de projets, de la simple survie à la recherche des plaisirs les plus raffinés. Au fur et à mesure de leur élaboration et de notre engagement dans leur réalisation, nous nous adaptons aux autres et à l'univers ambiant, en d'autres termes, nous apprenons. Après un certain temps, cet apprentissage collectif produit des* pratiques *qui reflètent à la fois l'évolution de nos plans et les relations sociales qui s'ensuivent. Ces pratiques deviennent alors le propre d'une communauté et contribuent à la transformer en entreprise commune. Il est donc tout à fait sensé d'appeler les communautés en question, des* communautés de pratique. (ibid., p. 51).

La pratique comprend donc l'apprentissage et le but de l'apprentissage est la recherche de sens et l'adaptation dans la réalisation de projets. Dans une section intitulée *La pratique en tant qu'apprentissage*[10] (ibid., p. 112), Wenger écrit que ce processus fondé sur la participation[11] est « *adéquat sur le plan "épistémologique". Il y a un lien entre savoir et apprendre, entre la nature des*

[10] Traduction de *Practice as learning*.

[11] Nous revenons plus bas sur le processus de participation.

compétences et les processus permettant de les acquérir, de les partager et de les approfondir ». Il ajoute aussi que « *La pratique n'est pas un objet qui se transmet de génération en génération. La pratique est un processus permanent, social et interactionnel [...]. Que les membres interagissent, fassent des choses ensemble, négocient la signification et apprennent les uns des autres, cela fait partie intégrante de la pratique, c'est la façon dont elle évolue* ».

À propos du terme de *communauté*, l'auteur souligne qu'il « *revêt généralement un sens positif* » (Wenger 2005, p. 85) mais il précise aussi qu' « *une communauté de pratique n'est pas caractérisée simplement par la quiétude, le bonheur et l'harmonie. Elle est également faite de désaccords, de tensions et de conflits* » (ibid., p. 86). Wenger donne plusieurs exemples de CoP dont ceux-ci :

> *Il peut s'agir d'un groupe de musiciens en train de répéter en vue d'un concert, d'adeptes d'Internet désireux de joindre un réseau mondial de communication, d'alcooliques en cure de désintoxication rassemblés dans un sous-sol d'église, de scientifiques à l'oeuvre dans un laboratoire de recherche [...] Les communautés de pratique sont à ce point informelles et répandues qu'elles échappent à notre attention ; en réalité, elles nous sont trop familières. La plupart d'entre elles n'ont pas de dénomination et n'émettent pas de cartes à leurs membres* (ibid., pp 4-5).

Afin d'aider à cerner ce que peut être une CoP, l'auteur énumère quatorze critères qui « *pourraient* » être inclus pour indiquer sa formation mais il n'en fait pas pour autant des pré-requis. À des fins d'illustration, nous reprenons les deux premiers :

> *Parce qu'une communauté de pratique n'a pas besoin d'être réifiée en tant que telle dans le discours des participants, les indicateurs de sa formation pourraient inclure :*
> – *des relations soutenues, harmonieuses ou conflictuelles ;*
> – *des manières communes de s'engager à faire les choses ensemble ;*
> – *[...]*
> (ibid., pp. 138-139)

Nous observons que les critères de Wenger sont relativement souples et nous permettent donc d'envisager l'utilisation de son concept de communauté dans notre étude. Nous présenterons plus bas la notion de *frontière* qui nous permettra de mieux comprendre ce qui délimite une CoP. Revenons sur ce qu'est la *pratique* pour Wenger. Il écrit :

> *Une telle conception de la pratique inclut à la fois l'explicite et le tacite, ce qui est dit et non dit ; ce qui est exposé et présumé. Elle inclut le langage, les outils, les documents, les images, les symboles, les rôles, les critères, les procédures, les règles, et les contrats élaborés au sein des différentes pratiques. Mais elle inclut également les relations implicites, les conventions tacites, les indices subtils, les règles d'usages implicites, les intuitions, les perceptions, les préconceptions et les visions partagées du monde.* (ibid., p. 53).

Pour Wenger, la pratique est donc un concept très large qui permet d'englober plusieurs éléments qui dépassent la seule pratique en classe dans l'étude de l'activité des enseignants de mathématiques.

Enfin, Wenger définit ce qu'il appelle les *dimensions de la pratique* (ibid., p. 82), c'est à dire ce qui contribue à la cohérence d'une communauté et qui permet donc de mieux cerner le concept de CoP :

– l'engagement mutuel – Il précise : « *une communauté de pratique ne se résume pas à un ensemble d'individus qui possèdent des caractéristiques communes. Ce terme n'est pas syno-*

nyme de groupe, d'équipe ou de réseau » (ibid., p. 83). Pour Wenger, il doit y avoir une idée de réciprocité entre la CoP et ses membres.
– l'entreprise commune – Elle est vue comme un objectif et comme un processus de la construction de la CoP. La CoP poursuit une entreprise qui est l'objet de négociations entre les membres.
– le répertoire partagé – Ce sont des artefacts, des figures de style, des discours... C'est « *l'ensemble des ressources partagées d'une communauté* » (ibid., p. 91). Pour autant, ceci ne signifie pas que ces éléments sont exempts d'ambiguïté, il s'agit avant tout d'un ensemble que la CoP peut mobiliser dans la négociation de sens.

Ces dimensions, par ailleurs souvent reprises dans la littérature comme caractéristiques des CoP, peuvent servir de grille d'identification et d'analyse des communautés de pratique. Pour clore cette section et pour pouvoir montrer l'existence d'une CoP dans une expérimentation, nous avons besoin d'une définition relativement concise et opérationnelle de ce qu'est une CoP, nous en proposons la définition suivante : ensemble de personnes regroupées autour d'une entreprise commune – considérée comme objet et comme processus – négociée entre elles et relative à leur pratique. Cette définition est restrictive par rapport à ce que présente Wenger puisque la communauté comprend aussi, par exemple, les dynamiques de son fonctionnement, ses réifications, etc. Cependant, elle a le mérite d'être relativement opérationnelle et fidèle à sa théorie, les autres caractéristiques en découlant assez naturellement.

La négociation de sens : participation et réification

Selon Wenger, les activités des individus n'ont pas de valeur et de sens propres, « *l'important pour l'individu, c'est le sens donné à ces activités* » (ibid., p. 58). Pour lui, la pratique se développe dans des *expériences de signification* dans un processus dit de *négociation de sens*. Deux processus interagissent dans celui-ci de façon complémentaire : le processus de *participation* et celui de *réification*.

Wenger définit l'*expérience de signification* de la façon suivante :

> *En général, la négociation présume la conclusion d'un accord entre des personnes, comme « négocier un prix » ; par ailleurs, elle peut également décrire une action qui exige une attention constante et une adaptation, comme « négocier un virage ». Nous souhaitons couvrir ces deux aspects dans notre définition d'une expérience de signification :*
> – *une démarche active de production de sens qui est à la fois dynamique et historique ;*
> – *une perspective à la fois souple et flexible ;*
> – *la capacité mutuelle d'influencer et d'être influencé ;*
> – *l'inclusion de plusieurs points de vue et facteurs :*
> – *la conception d'une nouvelle résolution alignée sur la convergence de ces facteurs et points de vue ;*
> – *le caractère incomplet de cette résolution, qui peut être partielle, éphémère et propre à une situation.*
>
> (ibid., p. 59)

Wenger veut ainsi : « *caractériser globalement le processus par lequel nous expérimentons le monde et nous nous y engageons de façon significative. Que nous parlions, agissions, pensions, ré-*

solvions des problèmes ou rêvassions, il y a toujours la construction d'une signification » (Wenger 2005, p. 59). Selon lui, « *la négociation de sens présume une interaction soutenue, un accomplissement graduel et un échange mutuel* » (ibid., p. 59).

Une *expérience de signification* est donc le produit et le processus qui permettent mutuellement à des individus de négocier et d'attribuer, parfois partiellement ou temporairement, du sens à leurs activités. Ces expériences forment un processus de *négociation de sens*, lui-même composé des processus de *participation* et de *réification*.

Wenger définit ainsi la *participation* :

> *[C'est une] expérience de vie sociale dans le monde, une appartenance à des communautés sociales et d'engagement dynamique dans des projets collectifs. [...] Il s'agit d'un processus complexe qui comprend plusieurs gestes : faire, parler, penser, ressentir et appartenir. Elle engage l'individu dans sa totalité : corps, esprit, émotions et relations* (ibid., p. 61).

Il souligne encore l'importance de l'idée de mutualité quand il dit que « *Dans le processus de participation, nous nous reconnaissons dans l'autre...* » (p. 64). Il précise aussi que « *La participation est un processus dynamique que nous réservons aux acteurs des communautés sociales. Ainsi, nous ne croyons pas qu'un ordinateur "participe" à une communauté de pratique, même s'il en fait partie et qu'il joue un rôle actif dans l'accomplissement de certaines tâches* » (p. 62). Il exclut donc explicitement les interactions avec un artefact et précise même que « *la reconnaissance mutuelle semble être une caractéristique de la participation* » (ibid., p. 62). Par ailleurs, Wenger distingue le concept de *participation* d'un *engagement dans la pratique* : « *... la participation contient une part de signification qui transcende le simple engagement dans la pratique* » (ibid., p. 62). Il ajoute : « *notre engagement dans le monde est foncièrement social, même s'il ne comprend pas toujours des liens directs avec les autres* » (ibid., p. 63). Pour illustrer cette caractérisation de la *participation*, nous transposons au domaine de l'enseignement l'exemple que donne Wenger avec la journée de l'employée Ariel dans la première étude de cas : un enseignant est enseignant dans sa classe, quand il prépare ses cours chez lui, mais aussi chez le médecin, quand il rencontre des amis enseignants ou non, en tant que parent d'élève, etc. La *participation* est aussi distinguée de la collaboration : « *... le terme participation a un sens différent de celui de collaboration. Il peut comprendre toutes sortes de liens : conflictuels et harmonieux, privés et publics, compétitifs et coopératifs* » (ibid., p. 62).

Finalement, la *participation* est donc une composante du processus de *négociation de sens* qui regroupe les manières d'être engagé dans une ou des pratiques. Elle dépasse le simple engagement dans la pratique et se distingue de la collaboration.

Wenger présente ensuite l'autre processus de la *négociation de sens*, celui de la *réification* :

> *La notion de réification sert à décrire le processus qui consiste à donner une forme à notre expérience en créant des objets qui la cristallisent en une « chose ». Elle contribue à créer des points de convergence autour de la négociation de sens.[...] Nous donnons une forme à l'interprétation et cette forme est ensuite utilisée pour négocier (le sens), par exemple lorsque les individus veulent résoudre un conflit, savoir quoi faire ou, encore, utiliser un outil* (ibid., p. 64).

Cependant, le concept de *réification* n'est pas pour autant limité au processus : « *La* réification *est à la fois un processus et son produit [...] Si la signification existe uniquement dans la négociation, le processus et le produit constituent une seule et même chose* » (ibid., p. 66). Plus pratiquement, l'auteur illustre le concept ainsi : « *Toutes les communautés de pratique créent des choses abstraites, des outils, des symboles, des histoires, des mots et des concepts qui réifient un élément de cette pratique* » (ibid., p. 64).

La réification est donc à la fois le produit et le processus qui conduit à « chosifier », à mettre en forme notre expérience, à l'aide d'objets, d'éléments de langages, de symboles, d'attitudes, de concepts, d'histoires, etc. Les réifications, comme les objets frontières que nous présentons plus bas, peuvent donc être des concepts tels les concepts pragmatiques décrits dans (Robert 1999, p. 131)[12] ou des artefacts (Guin et Trouche 2008) mais ne s'y limitent pas. Cette réification, cette mise en forme de notre expérience, crée des points de convergence permettant la *négociation de sens*. Prenons un autre exemple dans le domaine de la didactique des mathématiques. Les instructions officielles (I.O.) peuvent être considérées comme des réifications. Le sens donné par les enseignants aux textes officiels est lié à leurs expériences antérieures. Les I.O. deviennent des réifications différentes selon les communautés qui les créent ou les utilisent. À cet égard, soulignons que des facilités de langage conduisent à confondre les artefacts, les figures de style, les discours, etc. et les réifications d'une CoP, alors qu'ils n'en sont que des composantes ou, au mieux, des représentants.

Selon Wenger, les deux processus de la *négociation de sens*, la *participation* et la *réification*, sont liés : « *Pour permettre à l'une de se produire, on doit aussi permettre à l'autre de le faire. Elles sont issues l'une de l'autre, mais elle ne peuvent pas se substituer l'une à l'autre* » (Wenger 2005, p. 68). L'auteur prend l'exemple d'une charte des droits :

> *La réification d'une charte des droits ne représente pas la société et elle ne signifie rien sans la participation des citoyens concernés. En contrepartie, la production d'une telle réification est cruciale au type de négociation nécessaire à l'exercice du droit de citoyen et elle permet de regrouper les points de vue, les intérêts et les interprétations divergentes engendrées par la participation* (ibid., p. 68).

S'appuyant sur l'étude de cas des agents de réclamations, il écrit : « *[...] ce que signifie une réclamation médicale est toujours défini en rapport avec des formes particulières de participation qui contextualisent les significations. Nous ne pouvons assumer que la signification soit intrinsèque ou universelle* » (ibid., p. 69). Les processus de participation et de réification interagissent donc, l'un permettant l'autre. C'est parce que des personnes participent à une communauté qu'ils peuvent négocier des réifications et c'est parce que la réification est possible qu'ils peuvent participer et négocier leur participation. Wenger précise encore que :

> *En somme, la participation permet de remédier aux problèmes d'interprétation suscités par la réification. Si la réification a une forme trop ambiguë, la participation vient à la rescousse. [...] Pour sa part, la réification compense les limites intrinsèques de la participation. Voilà pourquoi nous construisons des monuments commémoratifs ; nous prenons des notes pour nous souvenir des décisions que nous avons prises ; nous partageons des notes avec les collègues qui étaient absents ; nous nous étonnons de la façon dont un tiers décrit une situation ou un objet connu ; nous clarifions nos intentions en utilisant des explications et des modèles de représentation ; nous coordonnons nos allées et venues en fonction d'un horaire. La réification est nécessaire pour compenser les fluctuations de la participation* (ibid., pp. 69-70).

[12] Aline Robert décrit les concepts pragmatiques comme des « *conceptions intermédiaires opératoires pour l'action en situation et s'adaptant donc bien aux pratiques* » (Robert 1999, p. 131) en se référant à P. Pastré et al. (1995). Le développement des compétences, analyse du travail et didactique professionnelle. *Education permanente* 123, p. 7–12.

Non seulement, il y a un lien entre les deux processus de *participation* et de *réification* mais un équilibre peut être recherché dans le processus global de la *négociation de sens*. En effet, Wenger écrit que :

> *Si la participation prend le dessus,[...] il risque de ne pas y avoir suffisamment de matériau pour stabiliser les règles de la coordination et mettre en évidence les hypothèses divergentes.[...] Si la réification prévaut, si tout est réifié, mais qu'il y a peu d'expérience partagée et de négociation, il risque de ne pas y avoir suffisamment de participation pour obtenir une signification structurée, pertinente et créatrice* (pp. 70-71).

Un certain « équilibre » doit donc s'établir. D'un côté, une faible réification ne permet pas la participation puisque, par exemple, un nombre insuffisant de points de convergence ne permet pas aux personnes de négocier le sens de leur activité et donc de participer. À l'inverse, une réification trop importante, c'est à dire un « déséquilibre » en faveur de la réification constituée, par exemple, par des objets complexes « trop bien définis », peut être un obstacle à la participation car la négociation de sens a alors peu d'espace pour s'établir. Reprenons notre exemple des I.O.. Ce sont des réifications complexes et relativement détaillées[13]. La théorie de Wenger donne une interprétation intéressante du fait que les enseignants ont du mal à « appliquer » ces instructions. La non participation de chaque enseignant dans la conception de ces réifications peut en effet être vue comme une des causes de leur difficile application dans les classes. Les enseignants ne peuvent les interpréter comme peuvent le faire ceux qui les ont conçus, c'est à dire la noosphère (Chevallard 1985). De plus, leur structure rigide permet difficilement la participation et la négociation de sens. Pour compléter cette analyse, nous ajouterons plus loin des considérations d'ordre ergonomique pour expliquer les difficultés d'application des I.O.[14]. Avec le duo *participation-réification* que nous venons de présenter, le concept d'*objet frontière* nous sera, lui aussi, particulièrement utile.

Frontières et objets frontières

Les *frontières des pratiques* d'une communauté sont définies de manière relativement implicite dans (Wenger 2005). L'auteur écrit par exemple :

> *Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les communautés de pratique comme des « histoires partagées d'apprentissage ». Avec le temps, celles-ci ont parfois comme effet de créer des discontinuités entre ceux qui les ont vécues et les autres. Ces discontinuités apparaissent nettement lors du passage d'une communauté de pratique à une autre [...]. Leurs histoires ne « vivent » pas seulement à l'intérieur d'une seule communauté de pratique, elles se déroulent en lien avec le monde extérieur* (ibid., pp. 115-116).

S'appuyant sur l'étude de cas Alinsu, il écrit :

> *Ainsi, même s'il apparaît plutôt limité aux yeux de plusieurs, le travail confié à l'agent de réclamations met en cause un réseau fort complexe de communautés de pratique ayant ou non une pratique partagée. Dans le cas d'Alinsu, cela comprend, entre autres, des techniciens assignés au traitement des réclamations, des concepteurs de système et*

[13] C'était effectivement le cas avec les programmes de l'école primaire parus en 2002 et 2007.

[14] Cf. page 113.

divers niveaux de traitement de gestion administrative. En marge de la compagnie, il y a aussi d'autres agents de réclamations, des patients, des représentants pour les bénéfices, des commis comptables et plusieurs autres catégories de professionnels des milieux médical et légal. Les nouveaux embauchés à la gestion des réclamations peuvent être initiés rapidement à ce réseau de relations. En somme, joindre une communauté de pratique suppose non seulement la familiarisation avec l'organisation à l'interne, mais aussi avec l'ensemble des relations qu'elle entretient avec le monde extérieur. (ibid., p. 115).

Wenger aborde plus loin la question de la taille des CoP et prend notamment deux exemples relativement extrêmes pour l'illustrer :

– *Considérer une interaction précise (soit une conversation ou une activité) comme une communauté de pratique transitoire pourrait être une façon de capturer l'histoire éphémère d'un apprentissage susceptible de devenir une ressource locale dans la négociation de sens. Toutefois, cette perspective attribuerait trop d'importance au moment. Le rôle des interactions et des activités est d'être au service des entreprises et des identités et leur définition ne peut être confinée à des évènements singuliers. Cette perspective sous-estimerait les continuités plus soutenues à travers le temps et entre les personnes. Ce serait également sous-estimer les communautés où les entreprises sont définies et où les évènements d'apprentissage sont consolidés et intégrés à la formation de pratiques et d'identités.*
– *À l'inverse, considérer une nation, une culture, une ville ou une compagnie comme une communauté de pratique pourrait sembler être une façon de comprendre le processus d'apprentissage à l'origine de ces configurations sociales. Toutefois, des éléments de discontinuités importants seraient alors absents des lieux où l'apprentissage pertinent prend place. Cela mettrait trop d'accent sur la continuité d'une configuration réifiée tout simplement par son appellation. L'apprentissage et la négociation de sens ont cours à l'intérieur des différents lieux d'engagement et ce processus crée continuellement des histoires qui y sont partagées. Cela est également vrai lorsqu'il n'y a pas de conflits importants ou de ruptures très sérieuses entre les lieux, et* a fortiori*, quand il y en a.*

(ibid., p.138)

Dans (Wenger et al. 2002), les auteurs considèrent qu'au delà d'une cinquantaine de membres, les CoP ont tendance à se scinder en sous groupes suivant différents critères. Dans les exemples donnés dans le même ouvrage, les CoP comprennent environ une quinzaine de membres dans leur premier temps d'existence. Pour aborder les grandes organisations, Wenger introduit la notion de *constellations* que nous ne développons pas ici[15].

Nous retenons des *frontières* de la pratique et donc de la CoP qu'elles sont décrites en termes de continuité et de discontinuité de participation et de réification avec le monde extérieur à la CoP. Les réifications passent d'une communauté à l'autre sous une forme, en quelque sorte « dénaturée »[16], appelée *objet frontière*. Ce sont des « *artefacts, documents, contrats, concepts et autre forme de réification autour desquelles les communautés de pratique peuvent coordonner leurs interfaces* »

[15]Cf. (Wenger 2005, pp. 140 et suiv.) pour la notion de *constellation*.
[16]C'est nous qui introduisons cet adjectif.

(Wenger 2005, p. 118). L'auteur s'appuie essentiellement sur l'étude de cas du formulaire de réclamations pour illustrer ce concept :

> *[Ils] traduisent en quelque sorte les consultations médicales et les services médicaux dans des rapports pouvant faire l'objet d'un traitement. Cette réification standardisée sert de mécanisme de coordination entre les agents de réclamations et les autres acteurs de la communauté de pratique. En réalité, les formulaires sont utilisés comme des objets frontières reliant la pratique des agents avec le monde extérieur* (ibid., p. 118).

Dans le contexte de l'enseignement des mathématiques, nous pouvons reprendre notre exemple des I.O.. En effet, nous pouvons les considérer comme des objets frontières qui circulent entre d'une part la noosphère et d'autre part les enseignants. Ces artefacts véhiculent des contenus disciplinaires, des résultats de recherche, des croyances, des résultats de pressions de différents lobbies[17], de normes institutionnelles[18], etc., qui ne sont pas des réifications identiques suivant les communautés considérées. C'est notamment une façon de décrire le fait que les programmes sont nés de certaines idées dans certaines communautés et qu'ils sont nécessairement réinterprétés, car introduits dans des communautés différentes ou, pour reprendre les termes de Wenger, dans des histoires partagées d'apprentissage différentes (ibid., p. 115).

Le travail sur ces objets frontières est à étudier pour optimiser l'interface entre communautés, pour faciliter la négociation de sens, c'est à dire la participation et la réification, au sein de la communauté « destinatrice ». La notion de *courtier* est utilisée par Wenger pour identifier une personne qui appartient à plusieurs communautés et qui se charge de transférer des *objets frontières* d'une communauté à une autre. L'auteur précise que le *courtage* « *exige un minimum de légitimité pour pouvoir influencer le développement d'une pratique, mobiliser l'attention et se préoccuper d'intérêts divergents* » (ibid., p. 121) et permettre ainsi le transport des éléments de pratique d'une communauté à une autre. Dans le cadre d'une perspective opérationnelle et volontariste, l'objet frontière peut alors se définir comme un objet, au sens le plus large du mot, qui embarque des composants susceptibles, a priori et aux yeux du courtier, de constituer une réification dans une communauté permettant de favoriser des évolutions de pratique.

Avant de présenter la façon dont Wenger aborde les moyens de favoriser l'apprentissage, nous détaillons certains éléments qu'il propose pour appréhender les liens entre la construction de l'identité des individus dans leurs liens avec les communautés.

Identité, trajectoires et modes d'appartenance

La théorie des communautés de pratique considère qu'un individu est une personne interagissant potentiellement avec plusieurs communautés dont les CoP. L'appartenance et aussi la non-appartenance à une communauté construisent notre *identité* et notre *identité* n'a de sens que par rapport au monde social et à ces communautés. Wenger dit que : « *l'identité dans la pratique émerge de l'effet combiné de la participation et de la réification. Il ne s'agit pas d'un objet mais d'un processus en évolution constante* » (ibid., p. 172). On se construit, on se définit par rapport à..., à l'aide de réifications, par notre participation ou notre non-participation à des communautés de toutes sortes, et pas seulement les CoP[19]. Il poursuit : « *Comme nous passons à travers une suc-*

[17] Associations professionnelles, personnalités du moment, etc.

[18] ... qui vraisemblablement consistent par exemple à ne pas citer de travaux de recherche dans des programmes.

[19] Cf. notamment (Wenger 2005, pp. 201 et suiv.).

cession de formes de participation, nos identités forment des trajectoires tant à l'intérieur et [sic] *parmi les communautés de pratiques* » (ibid., p. 172). Ceci conduit l'auteur à évoquer cinq types de trajectoires (ibid., pp. 172-173) :

– les trajectoires périphériques « *qui ne mènent jamais à une participation complète* » mais qui « *peuvent par contre procurer un accès particulier à une communauté et sa pratique qui s'avère assez important pour l'identité d'un individu* ».
– les trajectoires vers l'intérieur : il s'agit des novices qui « *se joignent à une communauté dans le but de devenir des participants à part entière à sa pratique* ». Dans cette forme de participation, les novices apprennent en cherchant à devenir membre à part entière d'une communauté de pratique.
– les trajectoires intérieures, que l'auteur introduit en disant que : « *La construction d'une identité ne se termine pas avec l'appartenance. La pratique évolue ; de nouveaux évènements, de nouvelles exigences, inventions et générations créent des occasions propices à la renégociation de l'identité* ». Autrement dit, une trajectoire ne « s'arrête » pas une fois que l'on est membre à part entière d'une communauté de pratique.
– les trajectoires frontières qui sont essentiellement les trajectoires associées au *courtage* vu plus haut.
– les trajectoires vers l'extérieur de la communauté.

Cependant, ces trajectoires sont définies dans des contextes d'appartenance à une CoP qui relève de l'engagement or, selon Wenger, l'identité se construit aussi dans les contextes de non-appartenance. Ceci amène l'auteur à définir trois modes d'appartenance aux communautés. Pour cela, il s'appuie sur les deux études de cas Alinsu :

> *[Les agents de réclamations] se perçoivent comme participant à des structures sociales en marge de l'engagement direct dans leur pratique. Parfois ils doivent donner un sens à des artefacts issus de pratique auxquelles ils n'ont pas accès et ils doivent alors utiliser leur imagination pour avoir une vision précise des liens à effectuer. En fait, ils se forgent une représentation de la compagnie Alinsu même s'ils n'ont pas eu d'engagement direct avec la plupart de ses pratiques. Cette représentation est tout aussi significative et concrète que leur participation quotidienne au travail. Pour donner un sens à ces processus de formation d'identité et d'apprentissage, il est pertinent de considérer trois modes distincts d'appartenance [...] :*
> – *L'engagement : un engagement concret dans des processus mutuels de négociation de sens.*
> – *L'imagination : la création de représentations du monde et de liens spatio-temporels en extrapolant à partir de notre expérience.*
> – *L'alignement : la mobilisation de notre énergie et de nos activités dans le but de les adapter à des structures plus globales et ainsi contribuer à des entreprises de plus grande envergure.*
>
> (ibid., p. 193).

Le premier mode est assez explicite, c'est le premier développé par rapport aux CoP. Le deuxième mode d'appartenance est illustré ainsi : « *En se basant sur leur expérience, [les agents de réclamations] peuvent imaginer la tâche des autres employés qui effectuent un travail identique. Ils présument qu'ils sont des collègues, que leur emploi est similaire, qu'ils rencontrent des problèmes et trouvent des solutions identiques* » (ibid., p. 196). Ce mode dépasse l'angle du processus individuel : « *Les récits que les agents de réclamations s'échangent à propos de leur travail dans d'autres bureaux et les discussions au sujet de leurs projets de carrière nourrissent leur conscience collective* » (Wenger 2005, p. 197). Ce deuxième mode d'appartenance consiste donc à imaginer ce que peut être l'activité d'une communauté. Enfin, Wenger distingue ainsi le troisième mode des deux autres :

> – *Nous pouvons nous engager dans une communauté de pratique sans prendre soin d'aligner cette pratique sur une entreprise de plus grande envergure.*
> – *Nous pouvons nous sentir liés aux autres par l'imagination, ne pas s'en préoccuper ou, encore, ne pas savoir quoi en faire.*
>
> *En effet, l'imagination ne provoque pas nécessairement une coordination de l'action* (ibid., p. 199).

Il exemplifie :

> *[Les agents de réclamations] ne se sentent pas très près des gestionnaires, principalement ceux de haut niveau, dont ils ont de la difficulté à imaginer le travail. [...] Malgré tout, les agents de réclamations alignent leur pratique sur les directives reçues et ils travaillent très fort pour maintenir cet alignement* (ibid., p. 199).

La théorie des CoP fournit donc trois modes d'appartenance, l'engagement, l'imagination et l'alignement, distincts mais non exclusifs, pour décrire la façon dont on peut appartenir à une communauté et ainsi influencer notre identité. Proposons maintenant une illustration dans le contexte de la didactique des mathématiques. Le travail de la noosphère aboutit à la publication d'I.O.. Les enseignants doivent appliquer ces instructions sans pour autant saisir toutes les implications ou les raisons qui ont présidé à leur rédaction[20]. Suivant Wenger, on peut ainsi considérer que les enseignants peuvent fonctionner sur un mode d'alignement et aussi d'imagination par rapport à la communauté formée par la noosphère. À la manière des agents de réclamations, ils imaginent les implications et les raisons qui ont présidé à la rédaction des I.O. et on peut supposer qu'ils ont une activité qui contribue autant que possible à une entreprise de plus grande envergure : la formation des élèves tout au long de leur scolarité.

À propos de la stabilité de la pratique

Wenger qualifie les CoP de « structure émergente ». Il explique :

> *L'apprentissage est le moteur de la pratique et la pratique en représente l'histoire. Par conséquent, les communautés de pratique ont des cycles de vie calqués sur ce processus. Elles se forment, se développent, évoluent et se dispersent selon le moment, la logique, la dynamique sociale et le rythme de leur apprentissage. Ainsi, contrairement aux structures organisationnelles plus formelles, nous ne pouvons préciser leur durée, leur date de formation ou de dissolution* (ibid., p. 107).

De ces considérations, l'auteur aboutit à la conclusion que : « *En réalité, en tant que structure émergente, la pratique n'est ni stable ni instable. Elle demeure telle quelle à moins que des changements soient effectués* » (ibid., p. 108). Il poursuit : « *La stabilité et la déstabilisation peuvent survenir, mais elles ne peuvent être anticipées. Elles doivent être expliquées* » (ibid., p. 108) puis il ajoute plus loin « *En général, un examen approfondi permettra de découvrir les raisons, fonctionnelles*

[20]Notamment par manque d'explicitation.

ou dysfonctionnelles, qui font que la pratique est ce qu'elle est, sans recourir à des présomptions de stabilité ou d'instabilité » (ibid., p. 109). Des propos de Wenger, nous retenons qu'il affirme qu'une hypothèse de stabilité ou d'instabilité concernant l'activité d'une CoP est inutile. En effet, pour comprendre et pour coordonner une CoP, on cherche et on travaille sur la cohérence, c'est ce qui importe. Or, stabilité et instabilité peuvent toutes deux révéler de la cohérence.

Design pour l'apprentissage et stades de développement d'une CoP

Une CoP ne se décrète pas mais on peut néanmoins favoriser son émergence et son développement – on parle alors de CoP intentionnelles par opposition aux CoP spontanées (Wenger et al. 2002, p. 26). La « métaphore du jardin » est employée plusieurs fois pour illustrer la *culture des CoP*[21] et il s'agit en général davantage de « *trouver les déclencheurs afin de catalyser l'évolution [de la CoP] plutôt que de créer un design complet* » (ibid., p. 73).[22] Dans (ibid., pp. 68-69), les auteurs écrivent avoir repéré cinq stades du développement d'une CoP tout en précisant que l'on peut observer de grandes variations par rapport à ce modèle (ibid., p. 69). Les stades sont les suivants : incubation, fusion, maturation, consolidation et transformation[23]. Afin d'éviter les redites au moment de développer notre méthodologie, nous allons présenter brièvement ces stades dans le cas d'une CoP intentionnelle. Le premier stade de l'incubation vise à regrouper des individus autour d'un sujet qui les intéresse, c'est le germe de la CoP. Le stade de la fusion est celui qui marque véritablement la naissance de la CoP et de son noyau dur[24]. Les relations entre les membres se développent, ils définissent mieux l'objet de la CoP et les moyens qu'ils entendent mettre en oeuvre. Le troisième stade est celui de la maturation, il consiste notamment au recrutement de nouveaux membres pour diffuser la connaissance acquise au sein de la CoP. Le quatrième stade est une sorte de stabilisation du précédent : la documentation est davantage affinée, la CoP identifie les manques et les travaille de manière spécifique, elle organise davantage l'arrivée des nouveaux membres, etc. Enfin, le dernier stade, celui de la transformation, aboutit à la fin de la CoP. Celle-ci peut prendre plusieurs formes (ibid., p. 109-111) : simple dissolution par perte de ses membres ou perte d'énergie de ses membres, dérive vers le *social club*, scission en des CoP distinctes ou intégration dans d'autres CoP, institutionnalisation dans l'organisation de l'institution[25].

[21] Le titre de (Wenger et al. 2002) est d'ailleurs *Cultivating communities of practice : a guide to managing knowledge*.

[22] Notre traduction de « *[...] planning a community is more a matter of finding the triggers to catalyze evolution that creating a full design* ».

[23] Les termes originaux sont *potential*, *coalescing*, *maturing*, *stewarship* et *transformation*. Nous avons repris les traductions utilisées dans (Soulier 2004) excepté le terme *incubation* que nous avons substitué à *émergence*. En effet, le terme *incubation*, polysémique en anglais comme en français, sous-tend les idées d'une transformation d'un oeuf en embryon et aussi de couvaison et donc de soins attentifs. Ce n'est pas le cas du terme *émergence*, or il semble que le rôle du coordinateur, qui reste important à tous les stades du développement de la CoP, soit particulièrement crucial à ce premier stade. D'autre part, le substantif *émergent* est déjà utilisé dans la dimension conçu/émergent du design pour l'apprentissage et cette dimension n'est pas restreinte à ce premier stade, ce qui peut être source de confusion, au moins dans une première lecture.

[24] Voir page 28 à propos du *noyau dur*.

[25] Les auteurs distinguent clairement la différence entre « institutionnalisation dans l'organisation » et institutionnalisation de « *la voix de la communauté* » (Wenger et al. 2002, p. 106). Cette dernière consiste à officialiser le recours à la CoP dans les évènements de l'institution qui concernent le domaine de la communauté mais sans pour autant que l'organisation de cette communauté se confonde avec celle de l'institution ou que les avis de la CoP coïncident exactement avec les décisions finales de l'institution. L'intégration de la CoP dans l'institution lui fait perdre sa nature car elle enlève de fait tout le caractère informel et la liberté d'action qui caractérisent les CoP.

Dans le même ouvrage, les auteurs donnent plusieurs conseils pour favoriser chaque stage de développement et ils énoncent sept principes que nous présenterons dans la partie consacrée à notre méthodologie[26]. Nous nous limitons ici à une première étude des conditions pour le faire, ce que Wenger regroupe sous l'expression *design pour l'apprentissage* et qui, en fait, constitue plus ou moins le premier principe développé dans (Wenger et al. 2002) même si les auteurs ne reprennent pas, tout au moins pas dans les mêmes termes, les dimensions du design pour l'apprentissage (Wenger 2005) que nous présentons ici.

À propos du *design pour l'apprentissage*, Wenger écrit que :

> *L'apprentissage ne peut faire l'objet d'un design. En bout de course, il concerne la mouvance de l'expérience et de la pratique, suit la négociation de sens, évolue dans ses propre termes, se dissimule à travers les ouvertures, créé ses propres brèches. L'apprentissage survient avec ou sans design.*
>
> *Et pourtant, il y a peu de tâches plus importantes que faire le design d'une infrastructure sociale en vue de favoriser l'apprentissage* (ibid., p. 245).

Autrement dit, Wenger fait l'hypothèse que l'apprentissage ne peut être contrôlé qu'indirectement, c'est à dire à partir de dispositifs susceptibles de le provoquer, ce qui explique l'expression de *design pour l'apprentissage*. Pour favoriser l'apprentissage, l'auteur propose de s'appuyer d'une part sur les modes d'appartenance que sont l'engagement, l'imagination et l'alignement mais aussi de travailler selon les quatre dimensions suivantes, distinctes mais interreliées (ibid., pp. 252-257) :

– participation/réification – ceci consiste à penser ce qui peut favoriser à la fois les deux processus et leur équilibre. Wenger donne des exemples : « *Du point de vue de la réification, nous pouvons nous assurer de la présence de quelques artefacts, par exemple, des outils, des plans, des procédures, des horaires, des programmes [...]. Du point de vue de la participation, nous pouvons nous assurer que les personnes sont au bon endroit avec la bonne chimie entre elles pour que se produise quelque chose* » (ibid., p. 252). Il faut aussi tenir compte du fait qu'on ne peut pas toujours attendre que tous les membres participent autant les uns que les autres. C'est le sens des quatre niveaux de participation des membres que les auteurs développent dans (Wenger et al. 2002, pp. 55 et suiv.)[27] : le noyau dur (dont le coordinateur) qui sont les membres les plus actifs et qui sont les premiers membres dans le cas des CoP intentionnelles, les actifs qui sont une participation active (!) mais moins intense que les membres du noyau dur, les périphériques qui participent rarement mais qui restent intéressés par l'activité de la CoP et enfin les profanes qui ne sont pas membres de la CoP mais qui sont intéressés par son activité.
– conçu/émergent – Sur cette dimension, citons plus largement Wenger :

  > *[...] des consignes de plus en plus détaillées relatives à la pratique risquent d'être contournées, surtout lorsqu'une forme de responsabilité institutionnelle leur est associée. En effet la réponse aux attentes, ou tout au moins l'apparence d'une réponse à ces attentes, peut être en désaccord avec les intentions fondamentales contenues dans le design, par exemple lorsque des étudiants ce concentrent sur un test plutôt que sur le sujet à l'étude [...]. Cela nous amène à formuler le principe*

[26]Voir notamment la section 3.1.1 page 50.

[27]Les termes originaux sont *core group, active, peripheral, outsiders*. Nous reprenons ici les traductions en français de (Soulier 2004).

> *suivant : il y a une indétermination propre au design [...] En conséquence, le défi d'un design n'est pas d'essayer de contourner ce qui va survenir par la suite, mais bien de l'intégrer et d'en profiter comme une possibilité. Il s'agit d'équilibrer les coûts et les bénéfices de la consigne et de bien saisir les compromis en cause dans cette situation. Quand vient le temps de faire un design pour l'apprentissage, davantage n'est pas nécessairement mieux* (Wenger 2005, p. 254).

L'auteur complète plus loin en disant qu'un *design* est « *un objet frontière qui agit comme un artefact de communication autour duquel les communautés de pratique peuvent négocier leur contribution, leur position et leur alignement* » (ibid., p. 256).

- local/global – Prendre en compte cette dimension consiste à considérer d'une part ce qui relève de la communauté (le local) et d'autre part ce qui est plus global et avec lequel on doit faire et qui est difficilement ou pas du tout négociable. Dans l'enseignement, les I.O. relèvent évidemment du global.
- identification/négociabilité – Il s'agit essentiellement de permettre l'identification des membres à des éléments du design et aussi la négociation de celui-ci :

> *Le design représente une perspective qui peut être plus ou moins partagée par ceux qu'elle concerne. En principe, le processus de design ne privilégie pas certaines perspectives, mais on peut rarement éviter de les afficher. [...] Le design crée des zones d'identification et de négociabilité qui orientent la pratique et l'identité des membres engagés dans des formes variées de participation et de non-participation* (ibid., p. 256).

Finalement, les dimensions que Wenger propose pour penser un *design pour l'apprentissage* visent donc essentiellement à favoriser la *négociation de sens* au sein de la CoP mais aussi la négociation de ce qui concerne le *design* lui-même, tout au moins partiellement. Il s'agit de prévoir un *design* qui anticipe et tolère des modifications pour favoriser l'activité de la CoP et l'engagement de ses membres suivant leurs aspirations au sujet de l'objet de la CoP.

2.1.3 Usages de la théorie des communautés de pratique dans la littérature

Notre travail n'est pas le premier à utiliser la théorie des communautés de pratique en didactique des mathématiques et plus largement dans le domaine de l'enseignement. Dans cette section, nous présentons une synthèse de la littérature consultée qui utilise ou traite de cette théorie. Du point de vue méthodologique, nous avons notamment recherché des articles qui contenaient une référence à (Wenger, 1998) dans les revues *Recherche en didactique des mathématiques*, *Educational Studies in Mathematics*, *Journal of Mathematics Teacher Education* et *Teachers and Teaching Education*. La restriction à cette unique référence tient au fait que, selon l'auteur lui-même mais aussi d'autres auteurs, cet ouvrage constitue une évolution notable des travaux précédents de Wenger[28]. De plus, les publications citant (Wenger et al. 2002), autre ouvrage de référence concernant les CoP, sont plutôt rares. Pour chaque article, nous avons tout d'abord déterminé l'importance relative de la théorie des CoP dans l'article – en termes de nombre de références faites au travail de Wenger et en termes d'utilisation de la théorie – puis nous avons relevé les concepts explicitement utilisés

[28]En conséquence, nous n'avons pas retenu les nombreuses publications, dont certaines très récentes, qui se réfèrent à J. Lave et E. Wenger (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press, ouvrage que nous n'avons pas consulté.

quand nous en avons trouvés. Dans cette étude, nous avons ainsi consulté, de manière plus ou moins approfondie suivant les cas, plusieurs dizaines d'articles. Nous n'avons pas cherché ici à citer tous les travaux consultés mais seulement ceux qui nous ont paru illustrer le mieux la variété de la littérature consultée quant à l'utilisation de la théorie des communautés de pratique. Dans la même optique, nous avons aussi recherché d'autres publications de manière moins systématique et en avons cité certaines quand cela nous a paru utile.

Vue d'ensemble

La grande majorité des articles se réfère à (Wenger 1998), parfois accompagné d'autres références, pour illustrer une perspective sociale de l'apprentissage et une idée, plus ou moins large selon les cas, de *communauté* liée par une pratique sur lesquelles les auteurs souhaitent s'appuyer (Crespo 2006 ; Bronner et al. 2005 ; Dubois et al. 2008 ; García et al. 2006 ; Trouche 2005) ou pour présenter ce qui nous paraît être des modes possibles de fonctionnement d'une CoP au stade de maturation ou de consolidation (Jaworski 2006). On trouve aussi des auteurs qui s'interrogent davantage sur l'existence ou non d'une CoP au sein de leur expérimentation tels (Sauter et al. 2008) dans un travail qui a aussi pour cadre une formation d'enseignants à la pratique de problèmes pour chercher. Il s'agit fréquemment dans ces articles de repenser le travail des chercheurs en didactique des mathématiques avec les formateurs ou les enseignants de mathématiques afin d'occasionner des changements de pratique. Il se pose alors la question d'éviter la perpétuation de certains aspects de cette pratique qui semblent peu propices aux apprentissages des élèves (Jaworski 2006 ; Jaworski 2003) et les auteurs misent sur l'intégration, plus ou moins explicite, « d'experts » ou « *outsiders* » – souvent des chercheurs – dans la communauté et sur l'incitation à la réflexion des formateurs et des enseignants (Jaworski 2006 ; Huang et Bao 2006). À l'inverse de la majorité des articles, certains auteurs citent Wenger en référence et présentent des expérimentations qui paraissent, plus fortement que les précédents exemples, influencées par son travail ou tout au moins menées dans la perspective qu'il défend, mais sans pour autant s'appuyer explicitement sur les ressorts développés par Wenger. C'est par exemple le cas de (Carroll 2005) dans lequel la centration sur la production d'artefacts peut être vue comme un appui évident sur la dualité participation/réification bien qu'elle ne soit pas présentée comme telle. À l'inverse, certains articles reprennent explicitement des concepts développés dans (Wenger 1998) tels les concepts de participation et non participation (Salomon 2006), de frontières et d'identité (Boaler 1999), de participation et de réification (Gates 2006 ; Guin et Trouche 2008), de mode d'appartenance à des communautés (Jaworski 2006 ; Au 2002) mais sans toujours se situer pleinement dans le cadre ou la perspective de Wenger. Par ailleurs, plusieurs utilisations de la théorie se situent dans le cadre de communautés supportées par un dispositif en ligne (Goos et Bennison 2008 ; Guin et Trouche 2008 ; Sauter et al. 2008 ; Farooq et al. 2007 ; Weiss et al. à paraître), ce qui explique probablement que les réifications évoquées sont fréquemment des artefacts. On retrouve aussi régulièrement des références au triplet *engagement mutuel, entreprise commune négociée par la CoP, répertoire partagé* comme caractéristique des CoP (Daele et Charlier 2002) mais certains aspects importants ne sont parfois pas repris clairement comme, par exemple, la négociation de l'entreprise commune par la CoP (Goos et Bennison 2008 ; Guin et Trouche 2008)[29]. Les articles consultés concernent assez rarement des communautés d'élèves. (Boaler 1999 ; Salomon

[29] Dans ce dernier travail, signalons que les auteurs exploitent un lien intéressant entre l'artefact vu à la fois comme réification d'une CoP et comme instrument dans des genèses instrumentales.

2006) sont donc des exceptions et c'est davantage la formation, initiale ou continue, des enseignants qui est au coeur des articles. Ceci peut être imputé en grande partie à notre méthodologie puisque deux des revues sélectionnées concernent explicitement la formation des enseignants. Cependant, nous pouvons aussi l'imputer au fait que l'approche de Wenger conduit à repenser de façon conséquente le rôle de l'enseignant dans la classe. À cet égard, (Graven et Lerman 2003) présentent par exemple un *review* de (Wenger 1998) dans lequel ils s'attachent particulièrement à questionner la place même de l'enseignement qui, à leur yeux, est peu conséquente dans la théorie de Wenger[30]. Ils discutent ce point en citant notamment la question de Wenger « *Comment minimiser la place de l'enseignement afin de maximiser l'apprentissage ?*[31] » (Wenger 2005, p. 289, chap. 12, Le design). Les auteurs concluent en particulier que :

> *[...] davantage de travail est nécessaire pour traduire la perspective de Wenger (1998) sur l'apprentissage (basée sur le contexte d'apprentissage sur le tas) à l'apprentissage dans des contextes plus formels où les enseignants (ou les facilitateurs, les coordinateurs, etc.) ont un rôle central pour assurer que des apprentissages réussis s'opèrent effectivement et de plus en sont responsables*[32] (Graven et Lerman 2003, p. 190).

Nous rejoignons les auteurs sur ce constat et il faut souligner qu'entre autres questions, celle du volontariat des membres d'une CoP – qui est un aspect largement laissé de côté dans les articles consultés – et celle de l'évaluation des apprentissages posent déjà des problèmes conséquents pour l'utilisation de la théorie de Wenger quand il s'agit de l'apprentissage des élèves dans les classes. Ce n'est pas tant qu'il y ait un obstacle absolu à l'utilisation de la théorie de Wenger dans l'enseignement mais plutôt dans l'enseignement tel qu'il est généralement pratiqué dans les classes aujourd'hui. En effet, nous avons vu que Wenger évoque des moyens pour favoriser l'apprentissage – ce dont Graven et Lerman ne font pas mention dans leur article – mais le rôle de l'enseignant est à repenser profondément si on veut s'inscrire pleinement dans sa perspective[33]. Nous n'avons trouvé aucune recherche sur les apprentissages des élèves qui se situe pleinement dans celle-ci. En ce qui concerne la formation des enseignants, le travail de thèse que nous présentons ci-dessous est l'un des travaux de recherche qui s'appuie le plus sur la théorie et la perspective des CoP.

La recherche de Mellony Graven

Le contexte de la recherche menée par Graven (Graven 2005 ; Graven 2004 ; Graven 2002*a* ; Graven 2002*b*) est celui d'un changement de curriculum en Afrique du Sud[34] et celui de la for-

[30](Graven 2002*b*) traite aussi de cet aspect.

[31]La phrase originale est « *How can we minimize teaching so as to maximise learning?* » (Wenger 1998, p. 289, chap 12, Epilogue: Design).

[32]Notre traduction de « *[...] much work needs to be done in order to translate Wengers's (1998) perspective on learning (based in the context of learning on the job) to learning in more formal education contexts where teachers (or facilitators, co-ordinators, etc.) have a central role in insuring that sucessfull learning occurs and are furthermore held accountable for such learning* ».

[33]À cet égard, nous notons que J. Rogalski partage une perspective sociale de l'apprentissage quand elle écrit : « *De toutes ses interactions propres avec le monde sensible des choses matérielles et artificielles, et avec le monde social [...] le sujet humain, et l'enfant en particulier, apprend, oublie, se transforme [...] L'action de l'enseignant interagit avec ce développement, que l'on dit spontané parce qu'il n'est pas le résultat d'une activité didactique délibérée, ni le plus souvent consciente* » (Rogalski 2003, pp. 361-362). Nous n'avons pas cherché à approfondir le sujet mais l'entrée par le biais des environnements dynamiques qu'elle propose nous semble intéressante pour « renouveler » la manière de considérer le rôle de l'enseignant qui semble mis de côté par Wenger.

[34]Ce changement concerne les niveaux de l'enseignement primaire et secondaire.

mation d'enseignants de mathématiques qui doivent devenir capables de diffuser les changements de programmes auprès de leurs collègues. D'une part, la plupart des enseignants n'ont pas la formation disciplinaire suffisante pour maîtriser l'ensemble des contenus mathématiques[35] et, d'autre part, le nouveau curriculum insiste pour que l'on s'appuie sur les connaissances des élèves, ce qui est en déphasage par rapport aux pratiques existantes. Un dispositif de formation continue[36] appelé PLESME (*Program for Leader Educators in Senior-phase Mathematics*) a donc été mis en place sous la coordination de Graven. Il lui fallait notamment résoudre cinq dilemmes dans cette organisation (Graven 2005, pp. 211, 222, 227-228) :

- celui de la durée et de l'échelle du dispositif ;
- celui du site de formation ;
- celui des personnes impliquées dans la formation ;
- celui du focus sur les mathématiques et/ou sur leur enseignement en lien avec la faible formation académique des enseignants ;
- celui de l'*ethos*. Il s'agissait ici de mettre en place un milieu positif en stimulant l'apprentissage à long terme des enseignants plutôt que de mettre l'accent sur le besoin d'un changement radical tout en respectant leur sentiment de « propriété » de leur processus d'apprentissage.

Graven explique qu'elle a découvert la théorie de Wenger au cours de son étude et que ceci lui a permis de trouver le support théorique pour englober notamment les concepts de collégialité, de coopération, d'accompagnement, de communauté professionnelle, pour se différencier de la tendance à vouloir « corriger » (*fix it*) les pratiques des enseignants (ibid., p. 224). Sa principale utilisation de la théorie de Wenger consiste en l'analyse du dispositif suivant les quatre composantes d'une théorie sociale de l'apprentissage selon Wenger : le sens, l'identité, la communauté et la pratique. Un des principaux résultats présentés est l'ajout de la confiance[37] comme cinquième composante. Elle insiste aussi sur le lien entre la pratique et l'identité qu'elle décrit dans l'importance pour la dizaine d'enseignants de son expérimentation de se sentir « propriétaires » de leur processus d'apprentissage et d'être considérés comme des professionnels. Elle n'utilise pas les autres concepts de la théorie ou bien alors de manière anecdotique[38]. C'est le cas, par exemple, du concept de trajectoire à propos de l'histoire d'un enseignant au cours de l'expérimentation (Graven 2003, p. 32). Dans cet article, l'auteur retrace le parcours d'un enseignant durant l'expérimentation et l'analyse sous l'angle des différentes composantes : sens, identité, communauté, pratique et confiance. C'est aussi le cas avec le concept de réification qui est illustré avec l'histoire de l'élève nommé Karabo :

> *La réification de « Karabo », comme preuve de l'importance d'écouter les explications de l'apprenant, s'est produite après un atelier PLESME dans lequel une vidéo d'une classe a été montrée aux enseignants. Dans cette vidéo, un enfant nommé Karabo est arrivé avec une méthode très inhabituelle pour diviser de l'argent. Après que les enseignants aient vu la vidéo, ils ont dû noter les travaux de différents enfants. Tous les enseignants étaient d'accord sur le fait que Karabo n'avait pas compris le problème et que tout son travail devait être noté comme faux. Le coordinateur a alors relancé la vidéo et a montré comment l'enseignant a demandé à Karabo d'expliquer sa méthode et comment, après avoir entendu les explications, il était clair que la méthode*

[35]Niveau *grade 12*.
[36]Notre traduction de INSET (*In Service Training*).
[37]Notre traduction de *Confidence* en lien avec le sens donné par Graven dans son travail.
[38]Notre correspondance avec l'auteur a permis de confirmer ce constat.

> *de résolution de Karabo était sophistiquée. Dans toutes les données, les enseignants se réfèrent à « comme Karabo » pour souligner l'importance de partir de ce que pense l'apprenant*[39] (Graven 2002*b*, note 5, p. 200).

Dans sa recherche, Graven utilise donc, plus que d'autres publications que nous avons consultées, les outils proposés par Wenger. Cependant, ceux qui concernent le design sont, eux, peu évoqués et ce sont ceux-là que nous souhaitons mettre en avant dans notre étude.

2.1.4 Conclusion

Notre étude de la littérature a cherché à être suffisamment large sans pour autant être exhaustive pour illustrer l'utilisation de la théorie des communautés de pratique en didactique des mathématiques. Cette dernière pose encore de nombreuses questions quand les recherches concernent principalement les élèves mais nous avons trouvé de nombreux travaux qui s'y réfèrent quand il s'agit de la formation et de l'évolution de la pratique des enseignants. Ceci tend donc à appuyer notre hypothèse que l'utilisation de ce cadre théorique dans le champ de la didactique des mathématiques est pertinente. Nous avons vu qu'il est à la fois un cadre d'analyse et un cadre opérationnel. L'étude de la littérature a aussi montré que, même parmi les recherches les plus récentes, les outils proposés par Wenger sont encore peu exploités en didactique des mathématiques, notamment dans leurs aspects opérationnels. Ceci limite donc d'autant les possibilités de comparaison de notre étude avec d'autres dans le champ de la didactique des mathématiques. La participation, la réification, la complémentarité participation/réification, les objets frontières, la notion de courtage, les trajectoires, les rôles du coordinateur et plus largement des dimensions du design nous semblent particulièrement intéressants alors qu'ils ne sont pas ou peu présents dans les publications consultées. À cet égard, nous n'explorerons, nous aussi, qu'une partie de la théorie de Wenger.

Dans l'approfondissement de notre connaissance du cadre théorique des communautés de pratique, nous voyons qu'il s'agit d'une proposition de moyens épistémologiquement cohérents pour faire évoluer les pratiques existantes, c'est à dire de les enrichir, de leur apporter de nouvelles options pertinentes et opérationnelles, cet enrichissement du système complexe de la pratique étant susceptible à son tour de favoriser des réponses plus « performantes » dans la classe. En effet, nous souhaitons favoriser des pratiques professionnelles qui ne sont pas aujourd'hui constituées en un savoir savant organisé, conceptualisé et facilement manipulable. Pour ce faire, le cadre de Wenger semble intéressant, notamment par la place qu'il accorde à la pratique. De plus, il prend en charge le fait que les enseignants sont volontaires. Ceci a l'avantage méthodologique d'espérer, a priori, de meilleures conditions de reproductibilité pour d'autres expérimentations. Le concept de communauté de pratique nous semble donc être un outil pertinent à convoquer pour permettre à des enseignants de mettre en oeuvre des pratiques encore peu répandues.

Cependant, la théorie pose un premier problème important de nature méthodologique qui n'est

[39] Notre traduction de « *The reification of "Karabo", as evidence of the importance of listening to learner explanations, occurred after a PLESME workshop in which a video of a class of children was shown to teachers. In this video a child, called Karabo, came up with a very unusual method to divide up money. After the PLESME teachers watched the video they were given the workings of various children to mark. All the PLESME teachers agreed that Karabo did not understand the problem and all his work should be marked wrong. The facilitator then continued the video and showed how the teacher asked Karabo to explain his method and how after listening to the explanation it was clear that Karabo's method of solving the problem was quite sophisticated. Throughout the data teachers referred to "like Karabo" to highlight the importance of working with learner meanings* ».

pas rapporté dans la littérature consultée, excepté dans (Graven 2002*a*, chap. 5) sous une forme un peu différente. L'auteur indique qu'étant donné que l'apprentissage ne résulte pas d'un enseignement, il est difficile de déterminer les non-apprentissages c'est à dire de voir les apprentissages attendus et qui n'ont pas eu lieu[40]. Nous formulons un problème un peu différent mais qui est, lui aussi, lié à l'évaluation du fonctionnement d'un dispositif par rapport à des objectifs attendus. En effet, étant donné que l'entreprise commune d'une CoP se négocie en son sein, le chercheur qui suit la perspective de Wenger prend le risque que l'activité de la CoP dérive vers un autre objet que le sien. Dans notre méthodologie, nous tenterons de limiter ce risque en nous aidant notamment du concept de *domaine*[41].

Un autre problème, peut-être plus fondamental, est celui du changement de perspective entre la vision sociale de l'apprentissage selon Wenger et la vision socio-constructiviste généralement admise dans le champ de la didactique des mathématiques. Il nous semble qu'il n'y ait pas à proprement parler d'incompatibilité entre les deux visions car elles reconnaissent toutes deux l'importance de la résolution de problèmes, les différences se situant davantage dans la façon de concevoir les rapports entre processus individuels et collectifs. Dans notre travail de thèse, nous ne chercherons pas à élucider davantage cette question.

Enfin, étant donné le degré de généralité de la théorie des CoP, l'analyse des dynamiques d'une CoP d'enseignants de mathématiques nécessite donc de recourir à des outils théoriques spécifiques. Ceux de la double approche nous ont paru les plus compatibles avec l'approche « CoP ».

2.2 La double approche didactique et ergonomique cognitive des pratiques

Dans cette section, nous décrivons ce que nous retenons de la double approche didactique et ergonomique cognitive initiée par Aline Robert et Janine Rogalski (Robert 2005*b* ; Rogalski 2003 ; Robert et Rogalski 2002 ; Robert 2001 ; Robert 1999) pour étudier les pratiques des enseignants sous l'hypothèse que « *l'enseignement dispensé par l'enseignant intervient largement, et de manière différenciée, sur l'apprentissage des élèves* » (Robert 2001, p. 59). En particulier, nous présentons comment cette approche propose de ne pas se limiter au seul cadre de la classe et d'étudier la pratique des enseignants par le biais de cinq composantes de la pratique. Nous présentons aussi les concepts de tâche et d'activité qui permettent notamment d'aborder les apprentissages potentiels des élèves.

[40]Elle écrit « *Related to the challenge to explore unsuccessful learning (i.e. learning something other than the desired outcomes or failing to learn the desired outcomes) is a dilemma that concerns what to look for when researching learning. When learning is based on a teaching curriculum, the success of that learning is usually judged in terms of assessing whether the intended outcomes of the teaching curriculum have been met. However, if as Wenger suggests we shift the focus from a teaching curriculum to a learning curriculum then it becomes difficult to pre-determine what to look for when judging the success of that learning* ».

[41]Cf. page 54.

2.2.1 L'enseignant comme personne exerçant un métier

L'approche des deux auteurs postule que « *les pratiques des enseignants sont complexes*[42]*, stables et cohérentes, et qu'elles résultent de recompositions singulières (personnelles) à partir des connaissances, représentations, expériences, et de l'histoire individuelle en fonction de l'appartenance à une profession* » (Robert et Rogalski 2002). Pour Robert et Rogalski, l'étude des pratiques enseignantes ne se limite pas au seul cadre de la classe. D'une part, l'enseignant est considéré comme une personne engagée dans une relation didactique avec les élèves et aussi comme personne exerçant un métier (Robert et Rogalski 2002 ; Robert 1999). Il s'agit en effet de prendre en compte le « *travail de l'enseignant, c'est à dire son métier et son insertion dans le collectif des enseignants* » (Robert et Rogalski 2002). La définition que Robert et Rogalski donnent de la pratique des enseignants en est un premier témoin : « *tout ce que l'enseignant met en oeuvre avant, pendant, et après la classe (conceptions activées au moment de la préparation des séances, connaissances diverses, discours mathématique et non mathématique pendant la classe, gestes spécifiques, corrections de productions d'élèves etc.)* » (ibid.). Elles précisent : « *Nous privilégions les pratiques en classe, qui sont une de nos sources principales d'observables, mais qui ne peuvent être analysées sans tenir compte du reste. Ainsi nous ne reprenons pas à notre compte l'exclusivité du point de vue des pratiques en classe comme le font certains travaux, avec la notion de "pratiques en situation" (Lave, 1996)* » (ibid.).

De plus, les auteurs entendent approcher à la fois les aspects génériques et individuels des pratiques enseignantes. Elles écrivent :

> *Nous cherchons à comprendre comment les individus particuliers (enseignants, élèves) peuvent investir les marges de manoeuvre qui leur « restent », et qui doivent donc être reconnues par nous, par delà les contraintes. Cela nous amène à travailler aussi bien du côté générique – pour délimiter ce qui est commun, que du côté individuel, pour mettre en évidence des variabilités entre enseignants* (ibid.).

Pour étudier la réalité complexe des pratiques enseignantes, Robert et Rogalski proposent d'utiliser différentes composantes de la pratique qui témoignent des choix que nous venons d'évoquer.

2.2.2 Les composantes de la pratique

Les auteurs proposent cinq composantes des pratiques des enseignants qui sont les composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle que nous précisons ci-après. Le découpage de la réalité obtenu à l'aide de ces composantes permet, en travaillant sur une « réalité » simplifiée, de rechercher les cohérences dans les pratiques et d'explorer *l'espace de liberté* (ibid.) des enseignants.

Les deux premières composantes, cognitive et médiative, sont assez directement liées aux observations de séances en classe. Leur combinaison forme ce que les auteurs appellent des « *logique d'actions* » de l'enseignant (ibid.).Elles décrivent la composante cognitive de la manière suivante :

> *Cette composante résulte de l'analyse de ce que l'enseignant planifie pour agir sur les connaissances mathématiques des étudiants. Quels savoirs vont être travaillés ? Quels*

[42] Par *complexes*, les auteurs entendent que les pratiques des enseignants sont « *non réductibles à la somme de ses composantes* » (Robert et Rogalski 2002).

> *itinéraires cognitifs a-t-il choisis pour les élèves ? Selon les travaux et les corpus étudiés, cette analyse s'applique à une séance, ou à une séquence ou même éventuellement se mène sur une durée plus longue* (Robert et Rogalski 2002).

Ainsi, la composante cognitive comprend notamment les contenus mathématiques et méta-mathématiques des séances réalisées en classe et l'articulation de ces différents contenus.

Concernant la composante médiative, les auteurs écrivent qu'elle regroupe « *[...] les analyses relatives aux modes d'interaction en classe des différents acteurs. Il s'agit de préciser comment l'enseignant organise dans sa classe les médiations entre les élèves, et entre lui et les élèves. Plusieurs facettes de l'activité de l'enseignant sont en jeu : les discours d'accompagnement, notamment les aides, le moment où elles interviennent, mais aussi les mises au travail des élèves avec leurs modalités et les prises en compte des élèves* » (ibid.). Robert et Rogalski précisent aussi que : « *Le mot "médiative" est utilisé pour référer aux activités de l'enseignant ayant un rapport avec sa position de médiateur entre le savoir et les élèves* » (ibid.). La composante médiative est donc le moyen de cerner la façon dont s'y prend l'enseignant pour mettre les élèves en relation avec le contenu mathématique et méta-mathématique qui est repéré par la composante cognitive.

L'enseignant peut être considéré à la fois comme individu pour lui-même ou comme individu au sein d'un contexte social, c'est l'objet de la composante personnelle et de la composante sociale/institutionnelle des pratiques. À propos de la composante personnelle, les auteurs écrivent que :

> *Chaque enseignant est singulier : la troisième composante incontournable des pratiques implique donc la personne de l'enseignant, ses conceptions quant aux savoirs, à l'enseignement, à l'apprentissage des mathématiques, sa tolérance en matière de risque, son besoin de confort, les coûts auxquels il est prêt à consentir... [...]*
>
> *Pour avoir accès à cette composante, nous proposons deux entrées : un accès direct, qui consiste à inférer des conceptions sous-jacentes à partir d'invariants apparus sur une variété de séances dans les deux premières composantes, et un autre, indirect, qui consiste à interroger les enseignants, notamment à partir des analyses précédentes, et à partir de séances précises (grâce à des traces, vidéo ou transcription)* (ibid.).

Ainsi, la composante personnelle regroupe les spécificités de l'enseignant qui sont susceptibles d'avoir une influence sur sa pratique. Quant à la composante sociale/institutionnelle, parfois scindée en deux composantes, les auteurs écrivent que[43] :

> *[Elle] réfère à la dimension sociale du métier d'enseignant. Chaque enseignant doit en effet d'une part « s'approprier » l'habitus de la profession, d'autre part, et par là même, devenir légitime aux yeux de tous les acteurs qu'il côtoie (élèves, collègues et direction de l'établissement, représentants de l'institution, parents). Cette composante correspond donc à une logique de la légitimité, de la conformité, elle est plus reliée à des contraintes qu'à des marges de manoeuvres.*
>
> *Ce sont en particulier des études de manuels, de programmes, et des études de milieux professionnels (en particulier issus du champ de la sociologie ou de l'anthropologie) qui nous donnent accès à cette quatrième composante* (ibid.).

[43]Les composantes sociales et institutionnelles sont confondues en une unique composante sociale/institutionnelle dans (Robert et Rogalski 2002) et elles sont distinguées l'une de l'autre dans (Robert 2005*b*). Les idées sous-jacentes sont cependant les mêmes.

La composante institutionnelle regroupe notamment « *[les] contraintes liées aux mathématiques, aux programmes, aux horaires* » (Robert 2005*b*). Quant à la composante sociale, elle regroupe les contraintes liées « *aux collègues, à l'établissement, aux élèves avec leurs origines socio-culturelles et leur rapport au savoir, à la classe, aux parents, au métier,...* » (ibid.).

Il s'agit donc de repérer dans les composants sociales et institutionnelles des contraintes mais aussi des marges de manoeuvre, qu'elles soient locales ou plus globales, qui influencent la pratique des enseignants et qui ne sont pas liées à un enseignant particulier. Les auteurs soulignent que ces deux composantes ont un poids relativement important sur les pratiques des enseignants et elles écrivent que :

> *Différents travaux menés selon la méthodologie ci-dessus ont permis de montrer que les choix globaux qui se présentent aux enseignants sont fortement conditionnés par les contraintes externes, institutionnelles, ce qui revient à dire que [les composantes] institutionnelle et sociale, l'appartenance à un « habitus » et à un établissement, laissent peu de marges de manoeuvre, notamment en termes de choix de savoirs globaux (cf. programmes), et de formes de gestion générales (évaluation globale, orientation). Tous les travaux d'inspiration anthropologique menés en France sur les programmes et les manuels de mathématiques vérifient ce fait, ainsi que le travail de Bolon (1996)* (Robert et Rogalski 2002).

Les composantes personnelle et sociale/institutionnelle servent donc à rendre compte des contraintes et des marges de manoeuvre qui sont susceptibles d'influencer la pratique des enseignants. En particulier, elles doivent permettre de repérer et d'analyser les cohérences des logiques d'action résumées dans les composantes cognitive et médiative.

2.2.3 Tâche, activité et apprentissage des élèves

L'approche de Robert et Rogalski n'est pas uniquement centrée sur la pratique des enseignants, elle s'intéresse aussi aux apprentissages des élèves. Les auteurs écrivent en effet qu'elles veulent : « *analyser et comprendre les pratiques des enseignants à la fois du point de vue de ce qu'elles peuvent engendrer en termes d'apprentissages des élèves, et du point de vue de leur fonctionnement* » (ibid.). Pour mener cette étude, les auteurs utilisent les concepts de tâche et d'activité. Rogalski décrit la notion de tâche de la façon suivante :

> *La* tâche *est ce qui est à faire ; le « but qu'il s'agit d'atteindre sous certaines conditions », selon la définition reprise par Leplat (Leplat et Hoc, 1983 ; Leplat, 1997), qui a développé la notion proposée par Leontiev (1975), élève de Vygotsky. Ainsi, « faire acquérir les notions de mesure des longueurs, surfaces, volumes au CM », ou « apprendre à lire aux enfants du CP » sont des buts à atteindre sous certaines conditions [...] Une telle définition ne préjuge ni du niveau auquel la tâche est décrite, ni de l'espace de liberté du sujet* (Rogalski 2003, p. 349).

Par ailleurs, elle distingue plusieurs types de tâches :

> *Du côté du prescripteur, on différencie*
> – *la tâche* prescrite *: ce sont les buts et les conditions explicités dans les textes prescriptifs*

– *la tâche* attendue *: c'est le contenu réel des attentes du prescripteur*[44].
Du côté du réalisateur de la tâche, on distingue
– *la tâche* redéfinie *: c'est la représentation de la tâche que se donne le sujet*
– *la tâche* effective *: c'est celle à laquelle il répond effectivement, et qui peut différer de celle qu'il pense s'être fixée.*
(Rogalski 2003, p. 350).

Quant à l'activité, l'auteur la définit en écrivant que :

> *[c'est] ce que développe un sujet lors de la réalisation de la tâche : non seulement ses actes extériorisés, mais aussi les inférences, les hypothèses qu'il fait, les décisions qu'il prend, la manière dont il gère son temps, mais aussi son état personnel – sa fatigue, son stress, le plaisir pris à l'interaction avec les élèves dans telle situation de classe, etc. Une part de l'activité est directement finalisée par la réalisation de la tâche (à la fois comme résultat,* opus operatum*, et comme processus,* modus operandi*), mais l'activité dépasse les actions sur « ce qui est à faire »* (ibid., pp. 349-350).

L'activité recouvre à la fois des actions observables, ce que fait le sujet mais aussi ce qu'il dit, ce qu'il pense, a pensé pour le faire, va penser après l'avoir fait. Quand l'enseignant prescrit une tâche à l'élève dans une classe, cette tâche prescrite, qui peut être différente de la tâche attendue par l'enseignant, est interprétée par l'élève qui s'en fait alors une représentation – c'est la tâche redéfinie. L'activité de l'élève, ou tout au moins ce qui est repérable de cette activité, permet alors de définir la tâche effective c'est à dire celle à laquelle il a finalement répondu. Nous pouvons préciser maintenant la façon dont les auteurs prennent en compte les apprentissages des élèves. Elles écrivent :

> *Ces activités des élèves, notamment lorsqu'elles sont mathématiques, sont elles-mêmes vecteurs d'apprentissage potentiel : c'est notre point d'accès aux apprentissages visés, même s'il existe bien d'autres déterminants de ces apprentissages. Nous faisons de plus comme si les élèves (ou suffisamment d'élèves) entraient dans le jeu de l'apprentissage, en s'impliquant dans ce qui est proposé par l'enseignant en classe, ce qui peut exclure du champ de ces analyses certaines classes très difficiles. Certes ces activités ne sont pas toutes observables, puisqu'elles mettent en jeu les pensées de l'élève, mais nous avons des outils en didactique des mathématiques pour analyser, en fonction des apprentissages potentiels, les traces qui peuvent en être relevées et qui constituent notre matériau initial (activités potentielles, attendues par l'enseignant) : les analyses du contenu en jeu dans une séance, des tâches prescrites aux élèves, du déroulement (avec notamment les tâches demandées effectivement aux élèves, compte tenu des modalités de travail adoptées et des discours de l'enseignant) nous permettent de reconstituer les activités proposées aux élèves, ce que nous résumons par « itinéraires cognitifs »* (Robert et Rogalski 2002).

Par conséquent, c'est au travers des tâches prescrites et des activités qui en découlent que nous pouvons nous intéresser aux élèves et à leurs apprentissages. Des consignes de l'enseignant, du déroulement de la séance, etc. nous inférerons les activités et les apprentissages potentiels des élèves.

[44]Comme le note (Vergnes 2001, p. 104), les recherches ne peuvent travailler en réalité qu'avec la tâche prescrite par l'enseignant et redéfinie par le chercheur comme étant la tâche attendue par l'enseignant.

2.2.4 Discussion et conclusion

Comme nous l'avons vu plus haut, la première hypothèse de Robert et Rogalski est que l'enseignement intervient largement sur les apprentissages des élèves. Le développement durant ces dernières années des cours particuliers, des tutoriels, des activités, formations et services en ligne/à distance[45] fait qu'elle pourra sans doute être remise en question dans des recherches ultérieures[46]. Cependant, notre problématique concerne les activités de recherche et de preuve entre pairs en mathématiques à destination des élèves or, exception faite des problèmes de la vie courante, celles-ci sont, à notre connaissance, rarement proposées hors du cadre de la classe – et souvent même aussi dans la classe. Il est donc raisonnable de penser que c'est l'enseignement qui agit le plus largement sur les apprentissages des élèves dans ce domaine.

Les hypothèses de cohérence et de complexité des pratiques et l'approche par composantes sont en adéquation avec notre vision du fait que la pratique enseignante ne doit pas être considérée en se limitant au seul cadre de la classe et que d'autres aspects extérieurs à la classe agissent sur ces pratiques. Les composantes personnelle, sociale et institutionnelle permettent de repérer une large palette d'éléments susceptibles de permettre l'analyse de la cohérence des pratiques des enseignants. Du cadre de Robert et Rogalski, nous retenons aussi la place particulière qu'elles donnent aux apprentissages des élèves et aux observations de classe. Les apprentissages des élèves sont pris en compte par le biais des concepts de tâches prescrites et attendues et du concept d'activité, ce qui (1) nécessite d'aller en classe pour observer et enregistrer[47] et (2) nous permet de limiter de façon relativement contrôlée nos observations des élèves durant des séances en classe.

Par ailleurs, le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique cognitive des pratiques des enseignants a déjà fourni de nombreux résultats dans le cadre des recherches sur les pratiques des enseignants de mathématiques. Ces recherches ont bien sûr concerné des contextes de classe (Butlen et al. 2002 ; Roditi 2001 ; Hache 2001 ; Hache et Robert 1997) mais aussi des contextes de formation d'enseignants (Butlen et al. 2006 ; Vergnes 2001) ou plus récemment de formation de formateurs (Robert 2005*b*)[48]. En particulier, ces recherches ont permis de mettre en évidence que les pratiques sont relativement stables, que tout n'est pas possible pour un enseignant ou un niveau donné, que les formations telles qu'elles sont généralement conçues ont un impact limité sur les pratiques, que les enseignants rencontrent des difficultés à mettre en oeuvre des ingénieries didactiques dans leur classe et que la contrainte « temps » pèse sur les pratiques (Robert 2005*b* ; Robert 2001).

La double approche didactique et ergonomie cognitive est d'abord conçue et utilisée comme outil d'étude des pratiques ordinaires ou à la suite d'une formation (Robert 2001, p. 72) mais nous pensons que cet outil garde toute sa pertinence pour étudier un processus d'évolution de la pratique basé sur le concept de CoP. Cette conclusion nous amène justement à préciser les articulations que nous envisageons entre ces deux cadres et à étudier les éventuelles contradictions qui pourraient

[45] Qu'ils soient évalués pertinents ou non.

[46] À cet égard, la notion d'*environnements dynamiques* proposé par (Rogalski 2003) nous semble intéressante pour permettre d'appréhender cette vision de l'apprentissage des élèves au-delà de la classe.

[47] Robert écrit : « *Enfin, il est indispensable d'aller en classe – pour observer, filmer, enregistrer – afin d'analyser les pratiques. C'est là qu'à notre avis les pratiques prennent tout leur sens, à condition de tenir compte de tout ce qui précède le passage en classe, voire de ce qui le suit* » (Robert 2001, p. 67).

[48] Dans notre lecture de cette dernière référence, nous avons pu percevoir dans le dispositif présenté des choix qui, d'après ce que nous en avons compris, trouveraient, au moins en partie, une rationalisation dans le cadre des communautés de pratique de Wenger. Cependant, nous n'avons pas davantage approfondi cette idée.

apparaître.

2.3 Articulation des cadres de la double approche et des communautés de pratique

Nous présentons maintenant en quatre points notre articulation des cadres théoriques de la *double approche didactique et ergonomique des pratiques* de Robert et Rogalski (2002) et des *communautés de pratique* de Wenger (1998). Nous traitons successivement des contours et de la stabilité de la pratique des enseignants, de l'évolution de ces pratiques, des modes de travail avec les enseignants et des positions respectives des acteurs dans la recherche et enfin, plus brièvement, d'autres aspects plus méthodologiques.

2.3.1 Les contours et la stabilité de la pratique

Chaque théorie donne sa propre définition de la pratique. Pour autant, celles-ci restent compatibles entre elles et pointent clairement que la pratique des enseignants dépasse le seul cadre de la classe. Parmi leurs différences, nous notons que la pratique, notamment dans sa composante personnelle, est davantage vue comme vivant « sous des contraintes » dans la théorie de Robert et Rogalski alors qu'elle participe aussi à la construction de l'identité pour Wenger. Cependant, Robert et Rogalski n'excluent pas non plus un effet de la pratique sur la composante personnelle, les deux cadres théoriques sont donc compatibles à cet égard. Pour les différents auteurs, il est clair que la pratique est soumise à des contraintes, qu'elle a une cohérence et qu'elle est complexe. Le caractère de stabilité des pratiques nécessite un éclaircissement particulier car l'approche de Wenger semble entrer en conflit avec celle de Robert et Rogalski sur ce point. Wenger réfute en effet toute hypothèse de stabilité alors même que Robert et Rogalski en font une hypothèse au même titre que celles de la cohérence et de la complexité. Pour Wenger, là où on cherche à comprendre et à rationnaliser des observations, c'est bien la cohérence et la façon de l'exploiter que l'on recherche. Quand à Robert et Rogalski, elles écrivent que : « *[...] stabilité ne veut pas dire reproduction, cela dénote le fait qu'il existe des choix analogues pour gérer des situations comparables, en amont de la classe et pendant la classe, ce qui ne préjuge pas du détail des déroulements correspondants, toujours singuliers* » (Robert et Rogalski 2002). Du fait de son caractère plus exceptionnel, l'hypothèse de stabilité a donc une portée plus limitée que celle de cohérence et de complexité. Les auteurs considèrent qu'il y a des éléments de stabilité et non que la pratique est stable en elle-même. Ceci permet donc de lever l'incompatibilité apparente entre les deux cadres théoriques. Les pratiques ne sont pas stables en elles-mêmes, elles le sont dans des contextes particuliers qui sont plus ou moins récurents, c'est ce qui explique pour nous l'impression de stabilité ou d'instabilité. Autrement dit, la stabilité et l'instabilité sont construites par le chercheur et elles sont avant tout des conséquences des hypothèses de cohérence et de complexité des pratiques.

2.3.2 Favoriser des évolutions de pratique

Nous avons vu plus haut que plusieurs recherches ont montré le manque d'efficacité ou de légitimité de la plupart des dispositifs traditionnels de formation[49]. Ce constat amène à reconsidérer les manières de travailler avec les enseignants[50]. Les propositions récentes qui émanent de la recherche sont très nombreuses et nous n'évoquerons que (Robert 2005*b* ; Jaworski 2006 ; Jaworski 2003) qui s'approchent le plus sensiblement de notre recherche.

À la frontière entre la formation des enseignants et la recherche sur leurs pratiques, (Jaworski 2006 ; Jaworski 2003) propose de fonctionner selon un « *mode* » (Jaworski 2003, p. 250) qui laisse beaucoup de place aux interactions entre chercheurs et enseignants. Nos perspectives de travail se rapprochent de celles de Jaworski – dont nous évoquons quelques éléments à la section suivante – mais elles en diffèrent par l'importance que nous donnons à la perspective de Wenger[51]. Le cadre de la double approche, quant à lui, n'a pas de regard théorique spécifique sur les moyens de favoriser des changements de pratique et des apprentissages, même si les études qu'il permet débouchent de manière récente sur des formations (Robert 2005*b* ; Roditi 2005). Dans le cadre d'une formation de formateurs, (Robert 2005*b*) propose notamment de « *travailler les pratiques effectives, à la fois comme moyen de formation et comme objectif de formation* » (ibid.), elle note aussi l'importance du collectif, le fait de ne pas se limiter au « *terrain* » et elle évoque la nécessité de ce que Wenger appelle un « répertoire partagé » (ibid., pp. 165-166). Enfin, elle parle de la « *nécessité du temps long* » (ibid., p. 166) comme d'une « *hypothèse forte* » pour la formation. Notre recherche et notre volonté d'articuler les cadres théoriques de la *double approche didactique et ergonomique des pratiques* et des *communautés de pratique* s'inscrivent sensiblement dans cette dynamique mais en diffèrent aussi fortement. En effet, pour A. Robert, il s'agit alors « *d'élaborer des scénarios de formation, à partir de choix de contenus explicites et en organisant une suite cohérente d'activités adéquates* » (ibid., p. 166). Nous situant dans la perspective de Wenger, nous ne pourrons pas parler de *scénario de formation* mais seulement de *design* pour une formation. En particulier, les contenus ne pourront pas être explicités a priori au-delà du *domaine*. De même, nous ne pourrons parler d'une *suite cohérente d'activités* dans le sens d'une programmation ou d'une progression mais nous nous limiterons, au moins dans le design initial, à parler d'éléments d'un *design* qui est appelé potentiellement à évoluer selon l'activité de la CoP d'enseignants.

Les deux cadres de la double approche et des communautés de pratique ont pour point commun la préoccupation d'être « au plus près » de la pratique effective des enseignants, ce qui constitue un élément de forte compatibilité entre eux[52]. Dans le premier, il s'agit « *[de] se placer à l'intérieur des contraintes externes auxquelles est soumis l'enseignant, et [de] respecter les cohérences (équilibres) singulières, en s'y adaptant, faute de quoi on devrait proposer une nouvelle cohérence...* » (Robert et Rogalski 2002). Quant à elle, la théorie de Wenger met en évidence que l'apprentissage est une composante intrinsèque de la pratique, et il y a aussi une inscription de l'apprentissage dans les pratiques effectives des enseignants et dans la durée qui est compatible avec la double approche. Les deux cadres théoriques ont aussi pour caractéristique commune de prendre en compte la part personnelle de l'individu par rapport à sa pratique, c'est la notion de composante personnelle pour

[49]On peut ajouter aussi ici une référence à (Blanchard-Laville et Nadot 2000) qui concerne la formation dispensée en IUFM et qui n'utilise pas la double approche de Robert et Rogalski.

[50](Robert 2001, p. 75) en appelle déjà à de nouvelles formes de formation.

[51]Perspective dont elle s'inspire seulement en partie.

[52]C'est un point qu'ils partagent aussi avec le cadre de (Jaworski 2006 ; Jaworski 2003).

Robert et Rogalski et c'est la notion d'identité pour Wenger.

Enfin, le cadre des communautés de pratique nous donne des indications, certes générales, que le cadre de la double approche ne donne pas, notamment sur les moyens de favoriser l'apprentissage dans une communauté d'enseignants. Pour articuler les deux cadres, il s'agira, par exemple, d'apprécier la dimension *local/global* d'un design en fonction des composantes sociale et institutionnelle afin qu'il puisse permettre de favoriser des évolutions des pratiques enseignantes. D'autre part, et de manière non négligeable, le cadre de Wenger prend pleinement en charge le volontariat des membres qui s'engagent dans une CoP, ce qui nous permet d'espérer une bonne « reproductibilité », notamment hors du cadre de la recherche, des résultats obtenus. Quand il s'agit de favoriser des évolutions de pratique des enseignants, les cadres de la double approche et des communautés de pratique sont donc à notre avis parfaitement compatibles.

2.3.3 *Insider*, *outsider*, courtage et accompagnement

(Robert 2005*b* ; Jaworski 2006) évoquent la nécessité d'introduire du nouveau dans une communauté d'enseignants. Le chercheur en didactique des mathématiques semble bien placé mais les choses ne sont pas si simples. Généralement, le chercheur n'est pas l'enseignant dont il souhaite étudier la pratique ou bien il ne pratique pas l'enseignement dans des conditions similaires[53]. Jaworski (2006 ; 2003) l'évoque en distinguant les positions d'*insider* pour les enseignants et d'*outsider* pour les chercheurs qui travaillent sur les pratiques enseignantes, ces positions n'étant pas toujours exclusives[54]. *Insider* signifie ici « à l'intérieur de la pratique » et *ousider* « à l'extérieur ». À sa manière, (Desgagné et al. 2001) l'évoque aussi à propos de la recherche collaborative dans laquelle il s'agit de « *faire de la recherche "avec" plutôt que "sur" les praticiens* ». Comment le chercheur ou le formateur peut-il alors faire partie d'une communauté d'enseignants et en particulier d'une CoP ? Dans une formation traditionnelle, même évoluée comme dans (Robert 2005*b*), le chercheur est souvent celui qui organise et impose, toute proportions gardées, le contenu et les modalités de la formation. Pour Wenger, ce type de fonctionnement n'est pas envisageable et il propose notamment les rôles de coordinateur et de courtier pour favoriser l'apprentissage au sein d'une CoP. Ces notions permettent de prendre en compte, théoriquement et pratiquement, le rôle spécifique du chercheur – ou même du formateur d'enseignants – comme membre d'une CoP d'enseignants. Les concepts de courtier et d'objet frontière permettent de saisir le fait que les réifications de l'enseignant ou des communautés d'enseignants et celles des chercheurs sont intrinsèquement différentes et que, à l'interface des différentes communautés, ce ne sont que des objets frontières qui sont manipulés et non les réifications elles-mêmes. Ils permettent à la fois de rationaliser en partie les incompréhensions entre communautés de pratique mais aussi de donner au chercheur des moyens d'action au sein d'une CoP d'enseignants.

Des propositions de Wenger pour favoriser l'apprentissage, nous retenons qu'il s'agit d'accompagner la CoP et non de la diriger. Entre autres choses, ceci permet de rationaliser l'accompagnement du travail des enseignants dans une CoP mais aussi, pourquoi pas, dans le cadre d'une formation traditionnelle. Il s'agit donc de bien penser les objets frontières afin de permettre la négociation de sens, c'est à dire la participation et la réification dans la communauté d'enseignants[55].

[53] Par exemple, ils n'enseignent pas au même niveau d'enseignement.

[54] Jaworski attribue ces notions à M. Bassey (1995). *Creating education through research*. Edinbourg: British Educational Research Association.

[55] Sans se référer aux travaux de Wenger, il nous semble justement que c'est ce type de dynamique que souhaite

2.3.4 Aspects méthodologiques

Nous avons vu que la théorie de Wenger fournit des outils utiles pour favoriser et analyser l'activité d'une communauté d'enseignants de mathématiques. En substance, son auteur propose essentiellement de s'appuyer sur des anecdotes pour les interpréter comme des traces de l'impact de l'activité de la CoP sur les pratiques observées en classe. Cette méthodologie est très générale et la double approche fournie donc des outils complémentaires spécifiques de la didactique des mathématiques, notamment avec les concepts de composantes, de tâche et d'activité. Ces derniers peuvent être mobilisés dans l'étude des pratiques de classe, des rencontres informelles ou non avec les enseignants, etc., pour étudier les pratiques des enseignants de mathématiques, pour rechercher leur cohérence et trouver des liens avec l'activité de la CoP. Les deux cadres sont donc aussi compatibles sur le plan méthodologique.

2.4 De l'ergonomie des EIAH à celle des ressources

Après avoir présenté les deux cadres théoriques principaux de notre étude, nous présentons ici des concepts empruntés au champ de l'évaluation de l'ergonomie des environnement informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) que nous voulons utiliser plus largement pour évaluer l'ergonomie des ressources proposées aux enseignants (Georget à paraître ; Georget 2006). Nous basons notre présentation sur (Tricot et al. 2003) qui présente une synthèse de trois concepts utilisés dans l'évaluation des EIAH et de leurs inter-relations, *l'utilité*, *l'utilisabilité* et *l'acceptabilité*[56]. Cette synthèse semble se situer dans une perspective constructiviste de l'apprentissage mais rien cependant ne semble s'opposer à leur utilisation dans une perspective sociale. Nous mettons aussi en exergue la dimension *adaptabilité* que les auteurs présentent comme l'un des critères d'évaluation de l'utilisabilité.

2.4.1 Utilité, utilisabilité et adaptabilité, acceptabilité

À propos de l'*utilité*, Tricot écrit que :

> *L'évaluation de l'utilité relève du domaine général de la pédagogie, des didactiques, et plus généralement de l'évaluation telle qu'elle est habituellement conçue en enseignement et en formation. Il s'agit d'évaluer s'il y a bien adéquation entre l'objectif d'apprentissage défini par l'enseignant (ou le concepteur) et l'atteinte de cet objectif* (ibid., p. 393).

L'évaluation de l'utilité d'un EIAH, et plus largement d'une ressource, consiste donc à évaluer son adéquation par rapport aux souhaits des auteurs ou au cahier des charges. En proposant des ressources à des enseignants, nous nous positionnons en tant qu'auteur. En tant que membre d'une CoP, il s'agit aussi de mettre régulièrement en discussion cette utilité en rapport avec l'entreprise commune afin que les membres de la CoP puissent donner leur avis, proposer des modifications ou des ressources nouvelles.

Tricot décrit ensuite l'*utilisabilité* d'un EIAH ainsi :

impulser (Robert 2005*b*) dans une formation de formateurs, ce qui renforce notre conviction de compatibilité entre les deux approches.

[56]Pour une discussion sur les différentes définitions de l'utilisabilité et sur son intérêt dans le cadre des EIAH, on pourra consulter (Delozanne 2006).

> *[elle] désigne la possibilité d'utiliser l'EIAH : sa maniabilité. L'utilisabilité d'un EIAH se joue au niveau de son interface (sa cohérence, sa lisibilité, la façon dont elle représente les actions possibles, etc.), de sa navigation (la cohérence, la simplicité, l'exhaustivité des déplacements possibles, etc.) et de sa cohérence avec l'objectif et le scénario didactiques. Elle est aussi fonction de l'adéquation entre les objectifs du concepteur et ceux de l'utilisateur* (Tricot et al. 2003, p. 393).

En nous plaçant dans la perspective de Wenger, il est plus difficile de parler de « *scénario didactique* », car c'est la CoP elle-même qui organise son activité et celle-ci est difficilement prévisible. Cependant, l'intérêt du concept demeure et il s'agit d'évaluer les possibilités de manipuler l'outil ou la ressource par des individus. Concernant une ressource à destination des enseignants, on peut par exemple considérer le temps nécessaire pour que l'enseignant la consulte et puisse évaluer son intérêt pour sa pratique. L'évaluation de l'utilisabilité comprend aussi un critère qui nous semble particulièrement important pour l'étude des ressources à destination des enseignants, celui de l'*adaptabilité*. Dans le contexte des sites Web, il peut se définir ainsi : « *l'adaptabilité d'un système concerne sa capacité à réagir selon le contexte, et selon les besoins et préférences des utilisateurs. Deux sous-critères participent au critère Adaptabilité : Flexibilité et Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur* » (Bastien et al. 1998). Les auteurs précisent que :

> *Le critère Flexibilité concerne les moyens mis à la disposition des utilisateurs pour personnaliser l'interface afin de rendre compte de leurs stratégies ou habitudes de travail et des exigences de la tâche. Le critère Flexibilité correspond aussi aux différentes possibilités qu'ont les utilisateurs pour atteindre un objectif donné. Il s'agit, en d'autres termes, de la capacité de l'interface à s'adapter à des actions variées des utilisateurs. [...] Le critère Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur concerne les moyens mis en oeuvre pour respecter le niveau d'expérience de l'utilisateur* (ibid.).

En lien avec l'hypothèse de cohérence des pratiques, il faut permettre à l'enseignant d'utiliser les ressources et donc de les adapter à sa propre pratique et de les personnaliser. L'usage des technologies informatiques pour proposer des ressources semble bien adapté à cela. Par exemple, il est possible de ne faire apparaître qu'une ressource réduite dans un premier temps, de proposer des développements dans un second temps, de permettre la création d'un document composite à partir d'autres pré-existants. Encore faut-il qu'un artefact facilite cette composition. De plus, un enseignant, dès lors qu'il utilisera plusieurs fois une ressource pourra souhaiter, par exemple, marquer les problèmes déjà faits, ajouter diverses remarques ou notes le concernant, ajouter le ou les énoncés du problème qu'il a utilisés dans sa classe, ajouter ses propres problèmes, partager certaines de ses notes avec d'autres enseignants, etc. L'enseignant peut-il savoir si tel ou tel problème est fréquemment choisi par les autres ? Peut-il s'informer facilement des modifications ou ajouts apportés par tel ou tel ? Peut-il les ajouter à son propre espace de travail afin de les utiliser aisément ? L'enseignant peut-il créer aisément des documents imprimés pour lui[57] et pour ses élèves ? Pour résumer, la ressource peut-elle s'adapter à l'enseignant et à sa pratique, peut-elle s'intégrer aisément dans sa pratique ?

Enfin, Tricot définit l'acceptabilité :

[57] Ce peuvent être des fiches pour se faciliter la tâche pendant la séance, des mémos, les solutions du problèmes sous forme synthétique, des pistes pour mener sa séance et qu'il risque d'oublier dans l'action, etc.

> *Nous définissons l'acceptabilité d'un EIAH comme la valeur de la représentation mentale (attitudes, opinions, etc. plus ou moins positives) à propos d'un EIAH, de son utilité et de son utilisabilité. Cette représentation mentale peut être individuelle ou collective. La valeur de cette représentation conditionnerait la décision d'utilisation de l'EIAH. L'acceptabilité peut être sensible à des facteurs très divers comme la culture et les valeurs des utilisateurs, leurs affects, leur motivation, l'organisation sociales et les pratiques dans lesquelles s'insère plus ou moins bien l'EIAH* (Tricot et al. 2003, p. 393).

L'évaluation de l'acceptabilité consiste en quelque sorte à étudier si un individu utilisateur trouve un intérêt dans un EIAH ou une ressource du point de vue de son utilité et de son utilisabilité. En particulier, la légitimité sociale des auteurs des artefacts peut contribuer à l'influencer.

2.4.2 Discussion

Les quatre concepts d'utilité, d'utilisabilité, d'adaptabilité et d'acceptabilité, courants dès qu'il s'agit de nouvelles technologies, sont des compléments utiles aux cadres des communautés de pratique (Wenger 1998) et à celui de la double approche (Robert et Rogalski 2002). En effet, ils semblent intéressants à convoquer quand il s'agit de l'étude de manuels, de livres du maître, d'intructions officielles, et plus généralement de ressources auxquelles les enseignants peuvent accéder dans le cadre de leur pratique, nous les utiliserons donc dans les chapitres suivants dans cette optique[58]. Dans notre travail, nous étendons l'usage des concepts de l'ergonomie des EIAH (Georget à paraître ; Georget 2006) à l'ensemble des ressources destinées aux enseignants, sous forme papier ou numérique. On en trouvera d'autres utilisations en didactique des mathématiques dans le cadre de ressources numériques dans (Aldon 2008 ; Weiss et al. à paraître).

(Tricot et al. 2003) questionne les relations qui existent entre les différentes dimensions utilité, utilisabilité et acceptabilité. Ces relations peuvent être des relations de dépendance et d'indépendance. Montrons le avec un exemple adapté à notre recherche. Une ressource peut être acceptée par des enseignants car perçue comme utile. Elle devient alors effectivement utile, remplissant ainsi les objectifs de ses concepteurs. Néanmoins, il est aussi possible qu'elle soit acceptée sans être utile. C'est le cas, par exemple, si l'information présentée dans la ressource est mal interprétée par les enseignants ou bien si elle n'est pas pertinente pour l'utilisation prévue par les concepteurs. Une ressource peut aussi être utile et ne pas être acceptée par les enseignants. C'est le cas, par exemple, si la pratique qu'elle préconise est trop éloignée des pratiques existantes ou bien si l'information est difficilement interprétable, ce qui conduit au rejet de la ressource. L'étude ergonomique peut notamment s'appuyer sur la description des tâches (Rogalski 2003) pour évaluer si une ressource est adaptée aux enseignants à qui elle est destinée. Pour que les enseignants utilisent des ressources, il faut qu'elles soient adaptées à leur usage. Pour faciliter la transformation d'objectifs d'apprentissage des élèves en propositions de séances concrètes (Robert 2001, p. 63), il faut donc que les ressources, dans leur forme et leur contenu, le permettent. À cet égard, nous pensons qu'il faut qu'elles élargissent l'*espace de liberté* des enseignants (Robert et Rogalski 2002).

Selon Tricot, l'utilisation des concepts présentés peut intervenir dans deux types d'évaluation : l'évaluation par inspection et l'évaluation empirique.

[58] En dehors des analyses didactiques classiques, il y a d'autres façon de traiter les ressources utilisées par les enseignants. Par exemple, (Sokhna 2006) considère les ressources proposées comme des instruments (Pastré et Rabardel).

> *L'évaluation par inspection est réalisée par un « expert », qui applique de façon plus ou moins explicite des critères d'évaluation. Par exemple, un ergonome va réaliser une évaluation par inspection de l'utilisabilité d'un site Web présentant des cartes géographiques, un spécialiste de didactique des mathématiques va réaliser l'évaluation d'un Tuteur Intelligent pour l'enseignement des mathématiques au CP. L'évaluation empirique, quant à elle, consiste à interpréter les performances des usagers, à qui l'on prescrit une tâche, et plus généralement à interpréter leurs comportements, attitudes, opinions* (Tricot et al. 2003, p. 392).

Ils ajoutent ensuite que :

> *Nous admettons que ces deux types d'évaluations sont strictement distincts et complémentaires. L'évaluation par inspection permet de repérer rapidement les erreurs grossières et de diagnostiquer « pourquoi » tel ou tel aspect de l'EIAH est défaillant. L'évaluation empirique permet de voir moins rapidement l'ensemble des erreurs mineures et majeures, et de diagnostiquer ce qui ne va pas dans l'EIAH, sans nécessairement en expliquer les raisons* (ibid., p. 392).

En didactique des mathématiques, l'évaluation par inspection (resp. empirique) des ressources présente donc des similitudes avec leur analyse a priori (resp. a posteriori)[59]. Quand il s'agit de proposer des ressources aux enseignants, que ce soit sous forme papier ou numérique, deux extrêmes sont possibles : les concevoir à l'aide d'outils de décisions, seuls et sans les utilisateurs ou avec des experts du domaine. En choisissant de suivre la perspective de Wenger, nous avons choisi en quelque sorte une voie médiane, une sorte de « *conception dans l'usage* » (Folcher à paraître), où les deux types d'évaluation sont étroitement liées. Des ressources, considérées comme objets frontières, peuvent être proposées par le coordinateur, ou par d'autres membres, et l'activité de la CoP permet ensuite d'envisager les deux types d'évaluation, qu'elles soient formalisées ou non. Le concepteur de la ressource mène en premier lieu une évaluation par inspection avant de la proposer. L'ensemble des membres participent, notamment lors des activités collectives, à l'évaluation empirique en évoquant leur pratique relative aux ressources proposées. Le rôle d'accompagnateur du coordinateur suppose alors une attention particulière quant à l'évaluation empirique puisqu'il devra tenir compte des remarques faites pour qu'elles prennent corps dans des ressources modifiées. Il devra le faire en tenant aussi compte de la complémentarité participation/réification, des dimensions du design et de son rôle de courtier. Par exemple, une évaluation par inspection sous la forme d'une analyse didactique a priori peut révéler la complexité de mise en oeuvre d'un problème dans une classe mais il semble non pertinent au stade d'incubation d'une CoP d'enseignants peu rodés à ce genre de pratique de proposer une ressource qui soit trop complète ou trop précise. La réification risque d'être trop importante et d'empêcher la participation des enseignants. Il est préférable de laisser une plus grande place à la négociation au sein de la CoP. Dans notre étude, ceci a, a priori, l'intérêt de permettre d'apprendre des enseignants eux-mêmes quelles sont les informations qu'ils jugent utiles pour leur pratique de problèmes dans leur classe.

En conclusion et suite à la présentation que nous avons faites de certains concepts de l'évaluation de l'ergonomie des EIAH, nous pensons avoir préfiguré l'intérêt de ces concepts pour notre étude sur des aspects auxquels nous devrons être attentifs dans nos choix méthodologiques, que ce soit

[59] « Analyse a priori *signifie qu'elle "n'est pas dépendante des faits d'expérience", elle a un "sens causal" et non prédictif. "Ce qui est reproductible, c'est l'analyse a priori !"* » (Margolinas 1992, p. 131).

dans nos analyses ou dans la coordination de la CoP. Les principales questions que nous devrons traiter dans nos analyses relèvent notamment d'une évaluation empirique : le dispositif est-il utile, utilisable et acceptable pour les enseignants pour favoriser leur pratique de problèmes de recherche dans leur classe ? En particulier, permet-il effectivement la pratique d'activités de recherche et de débats par les élèves ?

2.5 Conclusion et retour sur la problématique

Dans ce chapitre, nous avons présenté deux cadres théoriques principaux, celui des communautés de pratique (CoP) proposé par Wenger et celui de la double approche proposé par Robert et Rogalski. Nous avons étudié leur compatibilité, leur complémentarité et les articulations qu'il est possible de faire entre eux, notamment autour de ce que peut recouvrir la pratique d'un enseignant et sur sa stabilité. Notre étude de la littérature montre que l'exploitation qui est faite de la théorie des CoP en didactique des mathématiques reste encore limitée tant au niveau théorique qu'expérimental. Ainsi, le volontariat des acteurs, les concepts de participation, de réification, d'objet frontière, de trajectoires, de design pour l'apprentissage et les dimensions de ce dernier, l'équilibre participation/réification, paraissent peu ou pas retravaillés dans les recherches sur les enseignants de mathématiques. Nous en ferons un usage relativement important, comme nous allons le voir dans le chapitre suivant consacré à notre méthodologie de recherche. Enfin, les concepts issus des recherches autour des EIAH que nous avons présentés et élargis hors du champ des EIAH complètent les deux cadres théoriques principaux et seront utiles à notre méthodologie en ce qui concerne les ressources destinées aux enseignants.

Cette présentation de nature théorique permet aussi de réécrire notre problématique. Dans le contexte d'une demande institutionnelle appuyée appelant à la pratique d'activités RPP au cycle 3 de l'enseignement primaire, nous voulons créer et coordonner une communauté de pratique intentionnelle d'enseignants afin de favoriser cette pratique. Nous voulons donc mobiliser plusieurs outils importants de la théorie des CoP, tant pour le design de notre expérimentation que pour son analyse. D'une part, il s'agira d'étudier concrètement la manière dont cette communauté peut être mise en place et coordonnée, la manière dont les dimensions du design peuvent être opérationnalisées et d'imaginer quelles seront ses évolutions. Ce design devra notamment chercher à affaiblir les contraintes liées aux différentes composantes de la pratique et permettre de réduire la distance entre les pratiques existantes et les pratiques visées. Nous supposons que les principaux concepts ergonomiques présentés, utilité, utilisabilité, adaptabilité et acceptabilité, seront à même de nous y aider. D'autre part, il s'agira d'imaginer comment les effets de cette CoP peuvent être mis en évidence étant donné les nombreux éléments du dispositif et la complexité des activités de recherche et de preuve entre pairs[60]. Nous supposons que les outils de la théorie des CoP et l'analyse par composante et par tâche/activité proposée par la double approche nous permettront de le faire. Ces aspects seront traités dans le chapitre suivant consacré à la méthodologie de notre travail.

[60] Nous définirons cette expression à la section 4.1 page 76.

Chapitre 3

Méthodologie

APRÈS les références théoriques qui semblent pertinentes à mobiliser, nous allons présenter dans ce chapitre les principaux choix méthodologiques concernant notre expérimentation. Ils seront complétés au chapitre 4 consacré aux activités de recherche et de preuve entre pairs, aux expériences antérieures dans le domaine et à l'information disponible aux enseignants.

Nous voulons étudier la possibilité de réduire le coût du changement de pratique des enseignants du cycle 3 de l'enseignement primaire en cherchant à trouver une « *juste distance* » (Assude et Gélis 2002) entre pratiques anciennes et nouvelles et en affaiblissant certaines contraintes pesant sur ces pratiques. Pour ce faire, nous avons choisi de mener une expérimentation basée sur une communauté de pratique intentionnelle d'enseignants (Wenger et al. 2002). Nous voulons coordonner cette CoP dans la perspective de Wenger mais aussi identifier certaines dynamiques des pratiques à l'aide du cadre de la double approche de Robert et Rogalski et agir sur eux. Comme pour tout système complexe, l'action sur un seul paramètre ne suffit généralement pas, c'est donc « l'optimisation » d'un système des pratiques dans son ensemble que nous considérons. La théorie des communautés de pratique et les expériences antérieures nous aideront à gérer les différents paramètres de notre action.

Nous avons présenté les aspects les plus théoriques relatifs à la notion de communauté de pratique dans le chapitre précédent. Sans les oublier, nous présenterons dans une première partie du présent chapitre des aspects plus « pratiques » du cadre théorique de Wenger qui sont principalement développés dans (Wenger et al. 2002 ; Wenger et Snyder 2000). Nous en déduirons notamment un outil synthétique de réflexion qui nous aidera à décrire la méthode utilisée pour créer et coordonner la CoP d'enseignants durant notre expérimentation. Nous présenterons ensuite les choix concernant l'usage des technologies de l'information et de la communication. Quant aux parties suivantes, elles seront consacrées à la méthodologie d'analyse de l'expérimentation. Pour commencer, nous présenterons les données recueillies et les grandes lignes de leur traitement afin de rendre compte de l'activité de la CoP. Nous traiterons ainsi du site Web et des problèmes proposés, des comptes-rendus de séances, des questionnaires et des entretiens. Les séances observées et les réunions feront, elles, l'objet de parties spécifiques.

3.1 Une communauté de pratique intentionnelle : éléments méthodologiques

Dans (Wenger et al. 2002 ; Wenger et Snyder 2000, pp. 27 et suiv.), le modèle proposé pour faire émerger et manager une CoP s'appuie sur trois éléments : le *domaine*, la *communauté* et la *pratique*. Le *domaine* est ce qui délimite l'objet de la CoP et ses centres d'intérêt, la *communauté* est constituée des individus qui sont impliqués dans la communauté et la *pratique* correspond aux éléments déjà présentés au chapitre précédent[1]. Les auteurs distinguent le domaine et la pratique de la manière suivante : « *Alors que le domaine dénote le sujet sur lequel se regroupe la communauté, la pratique est la connaissance spécifique que la communauté développe, partage et maintient*[2] » (Wenger et al. 2002, p. 29). Ces trois éléments doivent être pensés en respectant sept principes que les auteurs ont déduit de leur expérience dans les domaines des CoP et du *knowledge management* (ibid., chap. 3, pp. 49-64, *Seven Principles for Cultivating Communities of Practice*).

3.1.1 Sept principes pour l'émergence et la coordination d'une CoP

Les sept principes identifiés par les auteurs sont les suivants[3] :

Concevoir le design dans une perspective d'évolution. Dans l'optique de favoriser l'activité de la CoP, l'idée principale est que le design initial doit être conçu pour, d'une part, impliquer les individus et, d'autre part, pour évoluer, pour être négociable et négocié. Ce principe contient les dimensions du design pour l'apprentissage : participation/réification, conçu/émergent, local/global et identification/négociabilité[4].

Ouvrir le dialogue entre les perspectives internes et externes. Ce principe consiste vise à favoriser l'introduction d'idées nouvelles au sein de la CoP, que ces idées viennent de l'intérieur de la CoP ou bien de l'extérieur. Il est davantage développé par les auteurs pour les phases de maturation et de consolidation. Nous le rapprochons de la notion de courtage[5].

Prévoir plusieurs degrés de participation. Il s'agit de prendre en compte, dans le design et la coordination de la communauté, le fait que tous les membres ne s'impliqueront pas de la même manière dans la CoP. C'est une référence aux niveaux de participation : noyau dur, actifs, périphériques, profanes[6].

Développer les espaces publics et privés de la communauté. La vie de la CoP, notamment en ce qui concerne le rôle du coordinateur, ne se limite pas à l'« *espace public* » de la communauté c'est à dire à l'espace partagé par tous les membres. Il s'étend aussi aux « *espaces privés* » (ibid., pp. 58-59), c'est à dire à des espaces plus ou moins informels restreints à certains membres. Autrement dit, le coordinateur doit aussi, d'une part, favoriser ses contacts

[1]Cf. en particulier page 18.

[2]Notre traduction de « *Whereas the domain denotes the topic the community focuses on, the practice is the specific knowledge the community develops, shares, and maintains* ».

[3]La formulation des principes sont notre traduction des expressions suivantes : *Design for evolution*, *Open the dialogue between inside and outside perspectives*, *Invite different levels of participation*, *Develop both public and private community spaces*, *Focus on value*, *Combine familiarity and excitement*, *Create a rhythm for the community*.

[4]Nous avons présenté les dimensions du design à partir de la page 27. Notons qu'elles ne sont pas reprises de manière explicite dans (Wenger et al., 2002).

[5]La notion de courtage est présentée page 24.

[6]Les niveaux de participation sont présentés à la page 28.

individuels avec les différents membres sans attendre d'être sollicité, notamment afin de se tenir informé des questions qui les préoccupent à un moment donné (ibid., p. 83) et, d'autre part, il doit aussi favoriser les contacts directs entre membres car ces contacts sont, eux aussi, profitables pour les activités publiques de la CoP.

Se centrer sur la valeur. À propos de la valeur de la communauté, les auteurs écrivent que :

> *La plupart des activités les plus précieuses de la communauté sont les petites interactions quotidiennes – les discussions informelles pour résoudre un problème ou les échanges d'information en face à face au sujet d'un outil, d'un fournisseur, d'une approche, ou d'une banque de données. La valeur réelle de ces échanges peut ne pas être évidente immédiatement [...] L'impact de l'application d'une idée peut prendre des mois pour se réaliser. Par conséquent, chercher la trace de l'impact d'une idée partagée demande temps et attention. En fait, une clé pour ce qui concerne la valeur dans le design est d'encourager les membres de la communauté à être explicites quant à la valeur de la communauté tout au long de sa vie. Initialement, l'objectif d'une telle discussion vise davantage à faire émerger la conscience de cette valeur que de collecter des données puisque l'impact de la communauté prend typiquement du temps avant d'être ressenti. Plus tard, les évaluations de la valeur pourront être plus rigoureuses [...]*[7] (ibid., p. 60).

Peut-être contre toute évidence « naïve », le rôle du coordinateur est donc particulièrement requis pour mettre en évidence la valeur de la communauté auprès de ses propres membres. La prise de conscience « naturelle » de la valeur de la CoP n'est pas ici considérée comme suffisante et elle doit faire l'objet d'une grande attention de la part du coordinateur pour favoriser au mieux l'activité de la communauté. L'autre aspect méthodologique développé par les auteurs est le fait que la recherche plus complète d'indices de la valeur de la CoP doit se faire dans un second temps.

Combiner le familier et l'exceptionnel. Ce principe recouvre l'idée que les évènements de la communauté doivent comprendre des activités familières mais aussi des activités à caractère exceptionnel, différentes, surprenantes, etc. Ceci vise à permettre des contacts différents entre les membres et le renouvellement des idées. Le principe suivant en est assez proche.

Créer un rythme pour la communauté. Il s'agit à la fois de respecter des rythmes réguliers des évènements de la communauté et de les faire varier.

À tous les stades, le rôle du coordinateur est pointé comme relativement important, voire crucial, et les fonctions clés qu'il doit remplir correspondent aux sept principes que nous venons de présenter (ibid., pp. 80-81). Les critères de prise de décision concernant ces sept principes ne sont pas précisés et c'est principalement au coordinateur d'être attentif aux propositions et aux décisions qui semblent pertinentes. Nous souhaitons remplir nous-même ce rôle de coordination, il nous faut

[7] Notre traduction de « *Many of the most valuable community activities are the small, everyday interactions – informal discussions to solve a problem, or one-on-one exchanges of information about a tool, supplier, approach, or database. The real value of these exchanges may not be evident immediatly. [...] The impact of applying an idea can take month to be realized. Thus, tracing the impact of a shared idea takes time and attention. In fact, a key value of designing for value is to encourage community members to be explicit about the value of the community throughout its lifetime. Initially, the purpose of such discussion is more to raise awareness than collect data, since the impact of the community typically takes some time to be felt. Later, assessments of value can become more rigorous [...]* ».

donc regarder si les recommandations de Wenger et al. ne s'y opposent pas. À ce sujet, les auteurs notent, d'une part, que le coordinateur est généralement intéressé personnellement par le travail en réseau, ce qui est notre cas, et, d'autre part, qu'il n'est en général pas un expert leader dans le domaine bien qu'il doive avoir une certaine compétence, ce qui est aussi notre cas puisque le domaine de la communauté défini initialement est au coeur de notre problématique. Sur ce dernier point, les auteurs précisent même qu' « *étant donné que le rôle principal du coordinateur est de mettre les gens en relation et non de donner les réponses, le fait d'être expert peut être un handicap* » (Wenger et al. 2002, p. 81)[8]. Ils ajoutent aussi que le fait que le coordinateur devienne ou apparaisse comme l'expert et la référence principale de la communauté est un dysfonctionnement de la communauté parmi ceux identifiés (ibid., pp. 82-83 et aussi chap. 7 pour différents dysfonctionnements). Les auteurs notent que le temps de travail du coordinateur est supporté par un budget spécifique, ce qui est en majeure partie notre cas puisque nous bénéficions d'une décharge partielle de cours pour mener notre recherche durant les années II et III. Ils précisent aussi que le coordinateur est respecté par les pairs, qu'il est un bon communicant et qu'il maîtrise suffisamment la dynamique de groupe pour voir si une communauté se dirige vers une scission ou est dominée par un sous-groupe avec une perspective limitée. Ces derniers points suggèrent une étude que nous n'avons pas menée sur nous-même et nous nous limiterons à dire que, étant donné notre position au départ de l'expérimentation en tant que professeur de mathématiques en IUFM et doctorant en didactique des mathématiques, nous pouvons remplir le rôle de coordinateur sans y voir d'obstacle majeur.

Terminons cette section en disant qu'il y a à la fois des avantages et des inconvénients à ce que nous soyons le coordinateur de cette CoP. Essentiellement, notre présence est naturelle en tant que coordinateur mais ce rôle de coordination complique celui du chercheur/observateur. Ceci étant, il nous faudra étudier notre rôle de coordinateur. Ce rôle vise à créer de bonnes conditions pour l'émergence et l'activité de la CoP. Nous en détaillons plusieurs éléments dans la section suivante.

3.1.2 Éléments de design pour les stades d'incubation et de fusion

Dans notre expérimentation, nous travaillons principalement aux deux premiers stades du développement d'une CoP, celui de l'incubation et celui de la fusion[9]. Nous avons vu précédemment que, dans (ibid.), les auteurs ne reprennent pas explicitement les dimensions du design pour l'apprentissage trouvées dans (Wenger 2005) mais nous les avons aussi utilisées. De plus et d'un point de vue méthodologique, nous notons qu'au contraire de la typologie *domaine*, *communauté*, *pratique*, les auteurs ne font pas un usage systématique des sept principes et des quatre dimensions du design pour l'apprentissage dans les recommandations qu'ils font quant aux différents stades de développement d'une CoP ou bien dans les exemples qu'ils donnent. Ceci nous a conduit à réunir ces différents éléments dans un unique outil synthétique et opérationnel qui prend la forme du tableau 3.1 page suivante. Le parcours de cet outil permet en effet de chercher de manière structurée, voire systématique, des pistes d'action quand il s'agit de créer ou de coordonner une CoP. Dans les cellules du tableau, des lettres marquent les différentes combinaisons que nous avons mis en oeuvre et renvoient aux explications que nous donnons dans les pages qui suivent. On trouve dans (ibid., p. 261) un autre outil qui, lui, est basé sur les modes d'appartenance et sur les dimensions du design.

[8]Notre traduction de « *Since coodinator's primary role is to link people, not give answers, being a leading expert can be a handicap* ».

[9]Les stades de développement d'une CoP sont présentés page 27.

Principes	Domaine	Communauté	Pratique
Design et évolution	*b* *	*d*	*k*
– Participation/réification			
– Conçu/émergent			
– Local/global			
– Identification/négociabilité			
Courtage, perspectives internes/externes		*g*	*j*
Degré de participation	*c*	*e*	*l*
Espaces publics/privés		*h*	
Focus sur valeur	*a*	*i*	
Familier/exceptionnel			
Rythme		*f*	*m*

* Les lettres du tableau renvoient plus loin aux explications des choix que nous avons faits dans notre expérimentation. Elles sont en exposant dans le texte.

TAB. 3.1: Outil synthétique de réflexion pour l'émergence et la coordination d'une CoP.

Cependant, il nous a paru moins opérationnel que le nôtre, notamment pour l'émergence d'une CoP intentionnelle. Il est aussi moins complet, notamment du fait qu'il ait été écrit avant.

Les stades d'incubation et de fusion

Le stade de l'incubation vise essentiellement à permettre le suivant, celui de la fusion (Wenger et al. 2002, pp. 70-82). Dans le cas d'une communauté intentionnelle, il s'agit de regrouper des individus – la communauté – intéressés par le domaine que nous leur proposons et de trouver des intérêts et des besoins communs qui concernent leur pratique.

Quant à lui, le stade de la fusion (ibid., p. 82-90) vise à véritablement lancer la CoP :

> *Pendant cette seconde étape, la communauté est officiellement lancée à l'aide d'évènements de la communauté, bien que la construction de la communauté ait déjà commencé avec la mise en réseau dans l'étape d'organisation. Pendant ce temps-là, il est crucial d'avoir des activités qui permettent aux membres de construire des relations, de la confiance et une conscience de leurs intérêts et de leurs besoins communs*[10] (ibid., p. 82).

Les auteurs soulignent par ailleurs qu'« *il faut souvent du temps à la communauté pour se développer jusqu'au point où les gens ont une confiance sincère les uns envers les autres, partagent une connaissance véritablement utile et croient que la communauté procure assez de valeur pour avoir une chance de survivre*[11] » (ibid., p. 82). Faisant l'hypothèse d'un dysfonctionnement de cette

[10]Notre traduction de « *During this second stage, the community is officialy launched by hosting community events, though community building has already begun with networking in the planning stage. During this time, it is crucial to have activities that allow members to build relationships, trust and an awareness of their common interests and needs* ».

[11]Notre traduction de « *But it often takes time for a community to develop to the point that people genuinely trust each*

étape, nous pouvons donc supposer que, par manque de confiance, les enseignants risqueraient de ne pas aborder les questions qui les préoccupent réellement et qu'alors la communauté ne pourrait pas remplir son rôle. Les enseignants ne verraient plus d'intérêt à participer à la CoP et ce serait l'échec de la phase de fusion et la fin de la communauté. L'aspect relationnel par le biais des espaces privés et publics, l'aspect *domaine*, ainsi que la rapide mise en évidence de la valeur que peut apporter la CoP sont donc étroitement liés. Les auteurs écrivent d'ailleurs que « *À ce stade, le principal challenge pour la plupart des communautés est d'équilibrer, d'un côté, le besoin de laisser ses membres développer des liens de relations et de confiance et, de l'autre côté, le besoin de mettre en évidence la valeur de la communauté*[12] » (Wenger et al. 2002, p. 83).

Nous présentons maintenant les choix que nous avons donc faits concernant le domaine, la communauté et la pratique de la CoP. Les lettres en exposant, par exemple « [b] », renvoient au tableau 3.1 page précédente. Dans une dernière partie, nous traiterons de l'apport spécifique des TIC dans notre design.

Le domaine. Le fait que les membres se découvrent des besoins communs est un des moteurs de la réussite des stades d'incubation et de fusion. La définition et la formulation initiale du domaine sont donc importantes et doivent être suffisamment précises pour éviter, par exemple, de trop grands écarts d'interprétation. Afin de rester dans le cadre de notre recherche, il s'agit aussi d'éviter autant que possible un changement de domaine pendant l'expérimentation, tout en sachant que ceci reste toujours possible si on reste dans la perspective de Wenger puisque c'est la CoP qui négocie son entreprise commune. Le coordinateur doit donc en particulier être attentif aux besoins des membres et mettre en évidence la valeur potentielle de la communauté, les éléments nouveaux qu'elle est susceptible de leur apporter dans le domaine défini. Ceci peut passer par des entretiens individuels des membres potentiels (ibid., p. 79), entretiens plus ou moins informels qui peuvent aussi permettre de présenter le cadre des CoP. Pour notre part, nous envisageons, non pas de présenter le cadre lui-même ou d'y faire référence, mais simplement de nous appuyer sur les opportunités proposées par le dispositif et sur sa valeur[a].

Étudions maintenant le document que nous avons envoyé aux enseignants et que nous avons reproduit page 434. Le domaine est bien défini[b]. La CoP est centrée sur les questions pratiques qui touchent la mise en oeuvre de « véritables situations de recherche » dans la classe des enseignants. Le type de ces problèmes est décrit de façon simple et brève et les composantes recherche et débat sont rappelées. Les numéros des pages dans les instructions officielles (I.O.) sont précisés afin d'éviter cette recherche aux enseignants. La compréhension de notre message ne nécessite cependant pas la consultation des I.O.. C'est une prise en compte des degrés de participation[c]. L'aspect global est représenté par la référence aux I.O. mais aussi par le fait que cette CoP s'inscrit dans le contexte d'une recherche. En ce qui concerne l'aspect local, nous mettons en avant que la mise en oeuvre des problèmes de recherche en classe est complexe, ce qui a pour conséquence naturelle que les enseignants peuvent avoir des difficultés dans leur pratique effective. Il s'agit, dans cette CoP, d'avancer sur les points qui les intéressent et de ne pas proposer une activité rebutante. Ceci relève aussi de la dimension identification/négociabilité. Ce qui peut poser problème aux enseignants n'est

other, share knowledge that is truly useful, and believe the community provides enough value that it has a good chance to survive ».

[12]Notre traduction de « *The main challenge for most communities at this stage is to balance the need to let its members develop relationships and trust against the early need to demonstrate the value of the community* ».

pas détaillé afin de favoriser l'identification tout en ouvrant la voie de la négociation pour délimiter un domaine plus précis[b].

La communauté. Quels seront les membres de la CoP ? Comment favoriser leur implication dans le projet alors que nous ne connaissons pas, a priori, personnellement les enseignants et que cette démarche se situe hors du cadre hiérarchique ?

Les auteurs indiquent qu'il faut éviter de s'appuyer sur des réseaux existants pour pouvoir favoriser l'émergence des idées (ibid., p. 72) et aussi ne pas dépendre des liens hiérarchiques qui pourraient y exister. Nous suivons cette recommandation en contactant des enseignants d'écoles différentes et aussi de circonscriptions différentes[d]. Nous faisons le choix d'écarter les établissements trop « spéciaux » tels que les établissements classés ZEP et les écoles d'application. Nous pensons que les contraintes au sein des classes seraient trop différentes. Nous voulons une CoP relativement homogène et les spécificités des classes difficiles, par exemple, peuvent constituer des discontinuités dans la pratique des enseignants et donc ne pas favoriser l'engagement mutuel[d].

Nous avons choisi de travailler particulièrement sur les niveaux CM1 et CM2 du cycle 3 mais nous n'excluons pas le niveau CE2 du même cycle. D'après notre expérience, le fait que l'on puisse proposer à ces niveaux d'enseignement des problèmes qui résistent véritablement aux élèves est en général bien perçu par les enseignants, ce qui est moins souvent le cas pour les niveaux inférieurs. Les pratiques d'enseignement y sont aussi, à notre connaissance, relativement similaires. Cibler sur un niveau serait sans doute moins mobilisateur car (1) le projet intéresserait de fait moins d'enseignants alors que les pratiques sont souvent semblables dans les deux niveaux et (2) l'existence des doubles niveaux CM1-CM2 permet d'envisager un gain de temps et d'énergie pour les enseignants concernés et donc de favoriser leur engagement[d].

Avec l'accord de l'Inspection Départementale et des Inspecteurs de l'Éducation Nationale de deux circonscriptions, nous envoyons notre projet aux directeurs d'école, par voie postale ou électronique suivant les renseignements dont nous disposons, afin qu'ils le transmettent aux enseignants de CM1 et de CM2. Nous effectuons la semaine qui suit un suivi téléphonique auprès de cette direction afin de nous assurer que le courrier a bien été transmis aux enseignants concernés et nous demandons si les enseignants semblent intéressés afin d'apporter d'éventuelles précisions, en cas de refus notamment[d]. Le courrier qui accompagne le projet précise que nous avons l'accord de la hiérarchie mais que le projet n'est pas supervisé par elle, ce qui entre pleinement dans la perspective des CoP au sein des organisations. Au niveau global, tout est en règle et, au niveau local, la négociabilité du design et la liberté de parole sont d'autant facilitées[d].

À propos des niveaux de participation, les membres s'engagent volontairement et gracieusement dans notre expérimentation. Nous souhaitons bien sûr une participation optimale des enseignants sachant que nous ne pouvons non plus trop exiger d'eux, sous peine de les voir se désengager. C'est ce qui est à l'origine de notre choix des échanges électroniques dans le design initial. Nous ne prévoyons pas précisément des types de participation précis parmi lesquels les enseignants pourraient choisir mais nous devons simplement accepter et prendre en compte dès le premier stade de la CoP que tous les membres ne s'engageront pas de la même manière, quel que soit le développement effectif à venir. Concrètement, ceci consiste par exemple à ne pas penser que la communauté dysfonctionne parce que un ou plusieurs membres n'assistent pas à une réunion mais plutôt à prendre de la distance par rapport à la CoP et à étudier s'il est nécessaire d'agir de manière spécifique[e]. En plus des échanges électroniques, nous pouvons, par exemple, rencontrer individuellement les enseignants, leur téléphoner et organiser des réunions[f,e]. D'autre part, dans notre perspective, chaque enseignant peut avoir envie de s'engager dans la mise en oeuvre d'un problème particulier quand il voit ses collègues se lancer, qu'ils réussissent ou non. Les réussites, les échecs, les hésitations des uns et des autres peuvent donner à chacun l'opportunité d'essayer de nouvelles activités, de nouvelles pratiques. Chaque histoire, chaque expérience est susceptible de constituer des réifications, de plus ou moins grande importance au sein de la CoP, qui permettent la négociation de sens de la pratique et l'engagement dans la pratique. Les échanges peuvent ne pas être exclusivement liés au domaine de la CoP et peuvent notamment viser à établir des liens de confiance et de réciprocité. Ainsi, c'est l'esprit d'engagement mutuel qui est entretenu et ce qui relève du principe de dialogue entre les perspectives internes et externes[g].

Le dispositif s'inscrit dans le cadre d'une recherche et certaines conséquences sont indiquées tout en laissant une marge de négociation. En effet, nous avons écrit : « J'assisterai à certaines de vos mises en oeuvre dans les classes avec votre accord ». Par contre, le fait que nous envisageons d'enregistrer des séances – enregistrements vidéo et audio – n'est pas indiqué. Nous souhaitons favoriser l'engagement des enseignants dans la CoP et prendre le temps de voir s'il est envisageable de le proposer ou bien si au contraire ceci leur paraîtrait rédhibitoire par rapport à la valeur qu'ils donnent à cette CoP en devenir. Notre travail se trouve modifié si aucun enregistrement n'est possible mais notre recherche garde encore du sens. En parlant des enregistrements, il nous aurait fallu allonger notre texte de présentation et préciser que nous souhaitions principalement filmer le tableau mais que des mouvements de caméra seraient nécessaires, etc. c'est à dire rentrer dans des détails qui n'intéressent finalement que les membres qui décident de s'engager et avec lesquels il faut négocier ces points[d].

Voyons ce qui concerne le développement des espaces publics et privés et la centration sur la valeur de la communauté lors de nos rencontres avec les enseignants avant et après les séances observées. Comme le prévoit le cadre de la double approche avec la composante sociale, nous pensons trouver des liens entre les différentes pratiques observées. Par exemple, nous pensons parfois profiter des rencontres pour évoquer le fait que certaines questions paraissant singulières aux yeux des enseignants sont en réalité plus partagées qu'ils ne le pensent. Dans un premier temps, nous avons choisi de limiter cette possibilité car nous pensons que l'enseignant concerné, même s'il n'est pas nommé, ou les autres, pourraient ressentir cette évocation comme un jugement d'incompétence de notre part[d,h].

Enfin, nous invitons les enseignants à venir se réunir hors temps scolaire[13] pour une présentation plus complète du dispositif et une présentation des problèmes. La réunion se déroule en fin de matinée afin de ne pas bloquer l'après-midi pendant laquelle nous supposons que les contraintes des enseignants peuvent être plus nombreuses (enfants, activités, etc.). Les horaires de début et de fin sont indiqués afin de fixer des limites à ce moment professionnel hors temps scolaire et nous précisons aussi que la participation à cette réunion ne constitue en aucune manière un engagement. À l'inverse, une non-participation à la réunion n'empêche pas l'engagement dans la CoP[e]. Tous ces points nous paraissent favoriser une décision de venir à la réunion. Le fait que l'expérimentation débute finalement assez tard dans l'année – au mois de mars – est une contrainte liée à notre engagement dans la recherche. Ceci nous paraît moins pertinent que les autres choix pour favoriser l'engagement des enseignants. En effet, ces derniers peuvent mettre en doute l'efficacité et le

[13]Nous avons vérifié préalablement auprès des Inspecteurs de circonscription qu'aucune réunion institutionnelle ne risquait de se dérouler au même moment.

sérieux d'une expérimentation se déroulant dans le temps réduit qui sépare son début de la fin de l'année scolaire notamment en tenant compte de la proximité des congés de Pâques. De plus, des sorties hors de l'école, auxquelles les enseignants consacrent du temps et de l'énergie, sont souvent programmées au mois de juin ce qui leur laisse donc moins de temps à consacrer à la CoP[d].

La pratique. Un premier cadre négociable est composé pour lancer cette nouvelle communauté, c'est le *conçu* de Wenger. Il s'agit d'accompagner la communauté, à distance (site Web, liste de diffusion, téléphone, etc.) et en présentiel (réunions). C'est la communauté qui décide des moyens à mettre finalement en oeuvre pour travailler.

Comme nous l'avons annoncé plus haut, nous allons, lors d'une réunion de présentation, insister sur la valeur possible de la communauté et ainsi expliquer le fonctionnement envisagé et les opportunités qu'il offre aux enseignants de faire des liens entre leurs pratiques (Wenger et al. 2002, p. 79) à travers les questions qu'ils se posent, etc. Nous allons le faire sans donner de réponse aux questions autour desquelles la CoP doit justement s'articuler. Selon nous, donner des réponses aurait l'effet inverse à celui souhaité : qu'elles soient acceptées ou non, ceci reviendrait à dénier l'intérêt même de la CoP[i] voire à nous positionner en tant qu'expert, ce qui n'est pas souhaitable comme nous l'avons vu plus haut[d,e,i].

Le dispositif est proposé comme étant susceptible de leur apprendre quelque chose. Des éléments sont donnés par le coordinateur mais le dispositif s'appuie principalement sur les pairs, avant ou après les mises en oeuvre. Le dispositif est distingué d'une « formation » mais sans qu'aucun détail ne soit explicitement donné sur cette distinction. Nous savons de part notre expérience que les enseignants n'apprécient pas toujours positivement de recevoir des conseils de la part de ceux qui ne pratiquent pas effectivement dans une classe et dans des conditions similaires. Ainsi, les conseils des professeurs d'IUFM, des Inspecteurs de circonscription mais aussi des maîtres formateurs et des conseillers pédagogiques de circonscriptions – malgré le fait que ces derniers aient toujours exercé dans des classes – sont parfois accueillis avec circonspection ou suspectés d'être inapplicables dans des conditions « normales » d'enseignement[j]. Cet aspect du travail autour des pratiques est plusieurs fois évoqué dans les développements de la théorie des CoP et touche aussi la composition de la communauté[g].

Les manuels et les livres du maître sont des artefacts qui concernent à la fois la dimension globale et la dimension identification/négociabilité. La manière dont nous en parlons dans le document fourni aux enseignants est susceptible de favoriser leur participation. D'une part, ils ont pu en effet constater eux-mêmes que ces ouvrages n'offraient pas ou peu de problèmes de recherche ou peu d'aide pour « se lancer »[14]. D'autre part, certains enseignants ont pu avoir trouvé, ou pensent avoir trouvé, des problèmes de recherche et peuvent être intéressés pour en discuter avec d'autres collègues[k].

Un premier contrat est proposé et justifié tout en restant négociable. Il s'agira pour les enseignants de consulter un site Web contenant des ressources à leur destination, de mener des séances, d'échanger par voie électronique sur leurs expériences et de rédiger des comptes-rendus de certaines de leurs séances[k]. Concernant les ressources proposées sur le site Web, nous proposons un site Web dans un esprit de simplicité d'accès autant dans le contenu que dans la forme. Nous prévoyons notamment de ne pas livrer l'intégralité des informations dont nous disposons à propos des problèmes proposés aux enseignants afin que ces manques provoquent rapidement des échanges au sein de

[14]Nous présentons une étude de la littérature à disposition des enseignants au chapitre 4.

la CoP[k]. Le site Web est aussi construit dans une optique de minimalité et d'affaiblissement des contraintes de consultation. Il sert essentiellement à présenter sans ordre particulier les problèmes et l'objet de l'expérimentation et il vise à laisser aux enseignants la liberté de présentation pour leurs propres élèves. Des preuves, des solutions à destination des enseignants et une courte bibliographie sont présentées. Lorsque les problèmes sont extraits d'ouvrages, c'est indiqué. Il s'agit de proposer des ressources ergonomiques, facilement accessibles dans tous les sens du terme, afin que chaque enseignant puisse les adapter à sa pratique et aussi se forger sa propre pratique[k]. Plus loin, nous étudierons plus en détail le contenu du site Web et nos choix[15]. Dans notre projet, nous privilégions les échanges électroniques au sein de la communauté. C'est un choix discutable alors que nous savons les enseignants plutôt réticents à parler de leur pratique par voie électronique (Daele et Charlier 2002 ; Guin et al. 2003). Il est justifié par l'avantage de ne pas mobiliser trop de temps, notamment en réunions et déplacements. Cependant, ce choix est, lui aussi, négociable et des réunions seront d'ailleurs organisées dès l'année II avec l'accord des enseignants.

Le compte-rendu, ou plutôt l'idée de compte-rendu[16], est un objet frontière qui est proposé pour devenir une réification de la CoP et un support de la négociation de sens du compte-rendu lui-même – contenu et forme – mais aussi de la négociation du sens de la pratique d'activités de recherche et de preuve entre pairs avec des élèves[k]. En particulier, nous jouons ici sur les dimensions identification/négociabilité et conçu/émergent. Un objet frontière est proposé, pensant que les enseignants peuvent y accorder un certain crédit mais, considérant le poids en temps et en énergie que les comptes-rendus peuvent représenter a priori ou effectivement, nous renvoyons la mise au point des détails à la CoP. En particulier, il est prévisible, notamment par manque de confiance, que les enseignants ne livreront sans doute pas immédiatement des éléments de leur pratique mais qu'ils se centreront plutôt sur ce qui concerne plus directement les élèves, ce qui est moins impliquant a priori. Qu'ils le fassent ou non, ceci reste un support pertinent pour développer l'activité de la CoP. Nous proposons aussi de dactylographier des comptes-rendus car nous savons que la mise en forme d'un document peut-être particulièrement coûteuse et que nous souhaitons faciliter ce travail. Ce type de facilitation est explicitement évoqué dans (Wenger et al. 2002) pour les phases d'incubation et de fusion des CoP[l].

Pour travailler sur le rythme de la CoP, nous pouvons faire varier la période et le nombre des réunions quand elles seront mises en place, celles des mises en oeuvre communes, celles des mises à jour du site Web et celles des envois de comptes-rendus[m].

Apport des technologies de l'information et de la communication

Dans notre expérimentation, les technologies de l'information et de la communication (TIC) jouent un rôle dans le travail de l'enseignant, dans la vie de la communauté et dans le recueil des données.

Les TIC ont la potentialité de constituer des outils performants et ergonomiques pour la préparation des séances par les enseignants. Dans notre expérimentation, ces derniers peuvent en effet consulter le site Web à tout moment dès lors qu'ils peuvent se connecter à l'Internet. Le support papier garde son intérêt propre mais n'offre pas cette facilité, nous y revenons ci-dessous. Le site Web propose les problèmes mais il peut aussi être un lieu d'archivage des échanges de la CoP –

[15] Cf. à partir de la page 142.
[16] Elle n'est pas nouvelle, voir notamment (Guin et al., 2003).

notamment des courriels, des comptes-rendus de séances ou de réunions. On peut imaginer que les diverses ressources puissent être copiées, modifiées afin d'aboutir à la création de ressources personnalisées propres à chaque enseignant. Chacun d'eux pourrait d'ailleurs laisser un accès plus ou moins grand aux autres enseignants à ses propres ressources[17]. Certaines d'entre elles doivent pouvoir être imprimables. Concrètement, cette construction peut aboutir à la création d'un outil ergonomique sous forme d'un document imprimé pour la gestion de la séance devant les élèves. D'après notre expérience et les travaux de (Gueudet et Trouche à paraître ; Margolinas et Wozniak à paraître), un certain nombre d'enseignants reconstruisent leurs propres outils à partir d'une ou plusieurs ressources. Les supports ne permettent pas toujours, par exemple, le copier/coller ou mieux la restructuration du document original qui serait à destination des élèves ou de l'enseignant. La possibilité de création d'un outil personnalisé n'est, le plus souvent, tout simplement pas prévue. D'autre part, peu d'alternatives sont prévues ou bien elles ne sont pas facilement manipulables. Une liste trop longue ou trop développée d'alternatives sur un document imprimé ne permet pas d'en faire un outil utilisable en classe c'est à dire à un moment où il doit être facile de retrouver les points importants. Techniquement, la construction d'un système qui offrirait de tels services est envisageable à l'aide de technologies relativement simples à mettre en oeuvre mais nous n'avons pas trouvé ce système et sa création demande un investissement en temps et en énergie que nous ne pouvons fournir. Nous limitons donc notre usage des TIC à celui des systèmes que nous connaissons suffisamment pour les mettre en oeuvre rapidement.

Le site Web est basé sur la plate-forme de formation Ganesha, sa simplicité et sa rapidité nous l'a fait préférer à d'autres systèmes notamment pour l'adapter à nos besoins[18]. Elle bénéficie d'un système de messagerie et d'archivage de documents mais, malgré nos tests préalables, ils montreront rapidement leur manque d'efficacité. Nous utilisons donc aussi une liste de diffusion qui a l'avantage de reposer sur la messagerie électronique standard. Ceci permet donc a priori une intégration rapide dans la pratique de la CoP. La plate-forme permet, en lien avec la messagerie électronique, d'échanger à distance au sein de la communauté et notamment de diffuser des comptes-rendus de séances. Rappelons que le fait que nous proposions de dactylographier nous-mêmes des comptes-rendus vise à soulager les enseignants de cette tâche.

Enfin, les TIC jouent aussi un rôle particulier dans notre collecte de données puisque nous avons accès aux journaux de consultation du site Web. Pour accéder à ce dernier, les enseignants doivent s'identifier, ce qui permet de savoir à quel moment un document a été « consulté » et par qui. Ce procédé a des limites évidentes car l'enseignant peut cliquer sur un lien et ne pas lire le document qui s'affiche. Il peut aussi chercher à imprimer plusieurs pages Web pour les consulter totalement ou partiellement à un autre moment. Il peut néanmoins être intéressant de savoir quand ces documents sont « consultés » par rapport au moment de leur mise en oeuvre.

Finissons notre présentation de la plate-forme avec une analyse rapide en terme d'utilisabilité, d'acceptabilité et d'adaptabilité. Concernant l'utilisabilité, l'interface du site Web est simple et rapide. Notons que c'est notre appréciation, non celle des enseignants. Les titres des rubriques nous paraissent clairs et correspondent au contenu des pages vers lesquels ils pointent. Nous avons vérifié chaque lien un par un afin de nous assurer que la consultation de chaque page soit effectivement possible. Concernant l'acceptabilité, le site est accessible depuis n'importe quelle connexion à l'In-

[17] À ce sujet, voir le travail que Claire Margolinas a présenté aux journées d'études INRP de juin 2006.

[18] On trouvera quelques copies d'écran à partir de la page 372. Il existe aujourd'hui des outils modulables beaucoup plus performants, par exemple le système Drupal (http://www.drupal.org/).

ternet et à n'importe quel moment. Comme il nécessite un nom d'utilisateur et un mot de passe, il est possible que l'enseignant les perde. Dans des délais trop courts, il est possible que cette perte rende l'outil peu acceptable. Le risque est augmenté par le fait que notre site Web ne permet, ni de changer de nom d'utilisateur, ni de mot de passe, ni de se créer soi-même un nouveau compte. Enfin, notre fournisseur et la qualité de son hébergement peuvent, s'ils ne sont pas satisfaisants, rendre l'outil inutilisable et donc inacceptable surtout dans le cadre de la genèse d'une nouvelle pratique professionnelle. Malgré l'intérêt important que constitue à nos yeux le concept d'adaptabilité, nous n'avons pu en tenir compte que faiblement dans notre expérimentation. La plate-forme utilisée, choisie pour sa disponibilité en tant que logiciel libre et gratuit, procure finalement peu de fonctionnalités. Lors de la consultation, la seule rétroaction spécifique fournie par la plate-forme est le marquage des sections du site déjà parcourue. L'enseignant peut ainsi savoir quelles sont les sections qu'il n'a pas parcourues, par souhait, par manque de temps, etc. et peut choisir de le faire à un autre moment.

3.1.3 Conclusion

Dans cette section, nous avons présenté les grandes lignes d'un dispositif initial permettant de créer et coordonner une CoP d'enseignants. Pour le mettre au point, nous avons récapitulé dans un unique outil sous la forme du tableau 3.1 page 53 différents éléments à prendre en compte selon (Wenger 2005 ; Wenger et al. 2002) pour créer et coordonner une CoP. Cet outil nous a permis de parcourir dans le détail plusieurs éléments du design initial de notre expérimentation. Il nous permet aussi de mettre en évidence que nous n'avons pas utilisé certaines combinaisons proposées. C'est le cas quand elles nous paraissent peu pertinentes pour notre étude (combinaison *Domaine* et *Rythme*) ou bien parce que certaines nous semblent assez naturelles pour ne pas s'y intéresser de manière spécifique (combinaison *Espaces publics/privés* et *Domaine* ou *Pratique* ou bien la ligne *Familier/Exceptionnel*[19]). Il reste que la majorité des combinaisons ont été utilisées et que les explications précédentes montrent la spécificité de ce dispositif basé sur la théorie des CoP. En particulier, on voit concrètement comment le design initial est prêt à évoluer et comment il est censé favoriser l'implication des enseignants.

Ayant décrit le design initial de notre expérimentation, nous allons, dans les sections suivantes, présenter les principaux éléments méthodologiques concernant l'analyse de la valeur de la CoP ainsi créée.

3.2 Méthodologie d'analyse de la valeur de la CoP : recueil, traitement et analyse des données

En étudiant la valeur de la CoP, nous avons deux grands axes d'analyse. D'une part, nous analysons ce qui concerne les activités de recherche et de preuve entre pairs et, d'autre part, nous analysons ce qui concerne la CoP elle-même, c'est à dire son activité en tant que CoP. Ces deux axes ne sont pas indépendants puisque le premier axe constitue le domaine de la CoP et on retrouvera donc cette dépendance dans plusieurs analyses. Nous voulons répondre aux questions suivantes :

[19]Nous ne reviendrons pas systématiquement sur ce point mais on verra plus loin que, par exemple, les réunions n'avaient pas toutes les mêmes objectifs, ne se sont pas déroulées au même endroit ni dans les mêmes conditions, ce qui relève de l'axe *Familier/Exceptionnel*.

– Quels les éléments de pratique de la CoP sont au coeur de son activité ?
– Y a-t-il des évolutions de l'activité de la CoP et des pratiques dans les classes des enseignants durant l'expérimentation ? En particulier, la CoP favorise-t-elle la pratique d'activités de recherche et de preuve entre pairs dans les classes ?
– Quels éléments peuvent expliquer ces évolutions ?

Ceci nous amène à préciser ci-après les conditions de recueil et de traitement des différentes données.

Les données recueillies sont récapitulées dans le tableau 3.2. À partir de l'année II, nous avons aussi tenu une « chronique » de l'expérimentation en notant les différents évènements relatifs à l'activité de la CoP qui nous a parfois été utile pour vérifier certains évènements. Celle-ci faisant le plus souvent double emploi avec les données présentées, nous ne l'avons pas reproduite.

Données recueillies	Commentaires
Enregistrements vidéo/audio de séances et notes	Notes prises avant, pendant et après les séances observées
Comptes-rendus de séance	Recueil essentiellement par voie électronique ou lors d'entretiens
Enregistrements audio de réunions et notes	-
Contenu du site Web	-
Journal des connexions	-
Questionnaires de début et de fin d'expérimentation	Support écrit, parfois complété d'un entretien.
Données d'entretiens	Notes ou, plus occasionnellement, enregistrements. Recueil en fin d'années I et IV.

TAB. 3.2: Données recueillies durant l'expérimentation.

Face à la grande quantité de données recueillies – parmi lesquelles les données de 52 séances observées, 21 comptes-rendus, les enregistrements de 9 réunions –, nous avons dû limiter nos investigations, nous y reviendrons au cas par cas. Enfin, précisons que la majorité de nos analyses ont été menées seulement en fin d'année I – dans le cadre de notre mémoire de DEA[20] – puis à la fin de l'expérimentation en année III. En effet, nous souhaitions jouer un rôle « raisonnable » de coordinateur et ne pas « bénéficier » d'analyses trop poussées de la pratique des différents enseignants. L'option inverse aurait peut-être permis de fournir une coordination plus éclairée et peut-être plus fine mais aussi, a priori, moins « reproductible ».

Les sections et sous-sections suivantes présentent les grandes lignes des analyses effectuées ainsi que des renvois vers les pages où celles-ci sont présentées. Dans l'ordre, on trouvera celles concernant : le contenu du site Web et les problèmes proposés, les comptes-rendus, les questionnaires et les entretiens, les séances observées, les réunions.

[20]Cf. (Georget 2003).

3.2.1 Le site Web et les problèmes proposés

Nous avons déjà vu que le site Web utilisé est basé sur la plate-forme de formation Ganesha que nous avons légèrement modifiée pour l'adapter au contexte de l'expérimentation[21]. S'il était aussi censé servir de moyen d'échanges, ce site a en fait essentiellement servi à présenter des ressources aux enseignants. Le contenu du site Web et de ses modifications sont disponibles en annexe[22].

Nous avons précédemment présenté quelques concepts fréquemment utilisés dans le domaine de la conception ou de l'étude de logiciels ou de sites Web car nous pensons qu'ils sont utiles pour travailler à la création et à la maintenance des ressources destinées aux enseignants. Pour autant, notre démarche exploratoire ne respecte pas toutes les préconisations des textes que nous avons lus car le cadre réduit de cette expérimentation ne nous permet tout simplement pas de le faire. En particulier, la plate-forme Web que nous avons utilisée était simple à mettre en oeuvre mais elle ne proposait pas beaucoup d'opportunités de développement dans les manières de présenter l'information. Dans la section 4.5 page 142, après avoir étudié dans les sections précédentes plusieurs expérimentations menées autour des activités de recherche et de preuve entre pairs et plusieurs ressources destinées aux enseignants, nous détaillerons la manière dont nous avons choisi les problèmes proposés aux enseignants et la manière dont nous avons conçu les ressources et les avons mises à leur disposition.

Comme pour les comptes-rendus, il est intéressant de regarder la manière dont les ressources proposées sont exploitées et perçues par les enseignants. Pour ce faire, nous procèderons au chapitre 5 à l'analyse quantitative des problèmes mis en oeuvre à la section 5.2.1 page 164 et à celle des journaux de connexion à la section 5.2.2 page 170. L'analyse qualitative des réunions et des entretiens complètera cette étude (cf. plus bas).

3.2.2 Les comptes-rendus

La rédaction et la diffusion de comptes-rendus font partie du design initial de notre expérimentation et cette modalité d'activité de la CoP a perduré pendant toute la durée de l'expérimentation. Afin d'évaluer sa pertinence, nous allons tout d'abord rendre compte de leur évolution d'un point de vue quantitatif, globalement, puis pour chaque enseignant. Ensuite, nous rendrons compte des évolutions qualitatives de leur contenu et de leur structure. La rédaction d'un compte-rendu demande de l'investissement, comment alors les enseignants se sont-ils saisis de cet outil ? Ont-ils diffusé les comptes-rendus comme prévu ? Ont-ils abordé des questions concernant leur pratique ou ont-ils davantage centré leurs comptes-rendus sur leurs élèves ? Quels éléments de pratique sont abordés ? Y a-t-il des différences inter-enseignants ? Nous répondrons à ces questions à la section 5.2.3 page 177.

Enfin, il est aussi intéressant de rendre compte de la perception des comptes-rendus par les enseignants. Nous le ferons à l'aide de l'analyse qualitative des réunions (cf. plus bas) et de leurs réponses aux questionnaires et entretiens.

3.2.3 Les questionnaires et les entretiens

Un questionnaire de début d'expérimentation[23] a été soumis à chaque enseignant à son entrée dans la CoP. En premier lieu, il permet d'évaluer si les enseignants maîtrisent suffisamment l'outil informatique pour prendre facilement en main le dispositif technique proposé. En second lieu,

[21] Par exemple, nous avons modifié l'appellation « tuteur » par celle de « coordinateur ».

[22] Cf. annexe C page 351.

[23] Le questionnaire de début d'expérimentation est reproduit page 435.

il permet aussi de savoir si les enseignants ont déjà pratiqué des activités de recherche dans leur classe et s'ils collaborent avec leurs collègues pour préparer la classe. Notre regard sur les pratiques préexistantes à notre étude se fait donc d'abord par le moyen de ce questionnaire. Il est complété par l'analyse des réunions et des contacts informels que nous avons eus avec les enseignants. C'est la base qui nous permet de rendre compte d'éventuels changements de pratique au cours de l'expérimentation.

Afin d'évaluer la perception de la valeur de la CoP à l'issue de l'expérimentation (année IV), nous avons soumis un autre questionnaire aux enseignants qui étaient encore impliqués dans la CoP à la fin de l'année III[24]. Nous reviendrons sur les détails de ce questionnaire. Brièvement, il s'agissait de faire le point « un an après » pour savoir s'ils pratiquaient toujours des activités de recherche et de preuve entre pairs et ce qu'ils retenaient de l'expérimentation. Pour certains des enseignants, nous avons aussi pu mener un entretien téléphonique.

L'analyse de ces données est présenté à la section 6.2.1 page 258.

3.3 Les séances observées

Chaque année, les enseignants ont mis en oeuvre des problèmes de recherche et de preuve entre pairs dans leur classe. Autant que possible, nous avons programmé avec eux ces séances afin de pouvoir y assister. Cependant, les enseignants ont parfois décidé, pendant ou avant une séance donnée, de poursuivre la résolution lors d'une séance supplémentaire à laquelle il ne nous a pas toujours été possible d'être présent pour cause d'obligations professionnelles. La priorité étant donnée à la cohérence de la pratique des enseignants, ceci explique donc l'absence de données liées à certaines séances.

Détaillons maintenant les modalités de recueil des données liées aux séances observées et à leur traitement.

3.3.1 Les modalités d'observation et d'enregistrement

Nous avons recueilli des enregistrements vidéo et audio des séances observées. Les enregistrements vidéo ont été effectués à l'aide d'une caméra analogique[25]. Les situations de recherche peuvent fréquemment amener les élèves ou l'enseignant à écrire et/ou effacer rapidement du texte au tableau, à montrer du matériel, etc. et la prise de notes par l'observateur est alors ardue. Ce dispositif permet donc d'avoir une trace de ce qui est écrit au tableau. La caméra est dirigée vers le tableau et placée sur un pied à côté de nous au fond de la salle. Si nécessaire, nous pouvons ainsi zoomer sur certaines parties du tableau pour assurer la lisibilité de l'image. En complément, des enregistrements audio sont effectués à l'aide d'un enregistreur numérique et d'un micro stéréo à cardioïde [26]. Le micro stéréo est disposé sous le tableau et dirigé vers le fond de la classe. L'orientation croisée du micro à cardioïde et de la caméra est intéressante car la caméra enregistre mieux les paroles de l'enseignant, puisqu'il parle généralement vers le fond de la classe, et celles des élèves situés au fond de la classe, alors que l'enregistreur numérique, lui, enregistre mieux les paroles des élèves qui

[24] Ce questionnaire de fin d'expérimentation est reproduit page 436.

[25] Caméra VHS ou Hi8.

[26] Ce type de micro offre une grande qualité d'enregistrement et permet généralement de bien distinguer les voix de chacun, ce qui facilite l'écriture des narrations de séance.

parlent en direction du tableau. Cependant, les enregistrements ne permettent pas toujours de capter l'ensemble de la communication, qui, par ailleurs, ne se limite pas au discours, et il est arrivé que les deux enregistrements ne nous permettent pas de comprendre ce qui était dit.

Pour compléter ces enregistrements, nous avons pris des notes pendant les séances. C'est le cas, par exemple, quand nous avons pu consulter quelques productions d'élèves pendant les recherches ou quand l'enseignant a échangé quelques mots avec nous. À partir de la deuxième année d'expérimentation[27], nous avons aussi parfois pris des notes lors des départs et des arrivées dans l'école. À ces moments-là, nous échangions de manière spontanée avec les enseignants et il nous était alors impossible d'enregistrer car notre matériel était déjà rangé. D'autre part, la prise de notes aurait pu faire perdre la spontanéité de ces échanges. Nous avons pris ces notes informelles quand cela nous a paru pertinent. Il nous semble que ce type de donnée est typique de ce que Wenger appelle les anecdotes et dont il dit qu'il faut les prendre en compte systématiquement car c'est, selon lui, un moyen important pour évaluer la valeur de la CoP[28]. En lien avec la dimension *espaces publics, espaces privés*[29], cela a été aussi un moyen important pour affiner la coordination de la CoP.

Hormis quelques notes d'observations, nous n'avons pas recueilli de données concernant l'activité effective des élèves. Nous avons fait le choix, en cohérence avec le cadre de la « double approche » (Robert et Rogalski 2002), d'inférer cette activité à partir des tâches prescrites et des tâches attendues identifiées dans le déroulement des séances.

3.3.2 Les narrations de séance

Devant la quantité relativement importante des données liées aux observations de séances, nous avons choisi de limiter l'essentiel de nos analyses de séances à celles mises en oeuvre par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et, parmi elles, seules cinq séances feront l'objet d'une analyse complète. Nous préciserons les raisons de ce choix à la section 6.1 page 221.

À la manière de (Roditi 2001), les différentes données recueillies nous ont permis de rédiger une narration de chaque séance observée. Il s'agit d'obtenir une première description appréhendable des séances. Pour cela, nous visionnons les enregistrements vidéo, nous écoutons les enregistrements audio et nous consultons nos différentes notes. Nous repérons des épisodes (Robert 1999 ; Roditi 2001) qui correspondent à une activité observée ou potentielle des élèves et qui peuvent correspondre à plusieurs des tâches prescrites ou attendues par l'enseignant. Nous résumons chaque épisode qui nous semble significatif et indiquons sa durée approximative[30]. Avec l'objectif de construire les logiques d'action de la pratique, c'est à dire les composantes cognitives et médiatives, nous nous attachons particulièrement aux phases de dévolution, aux phases de re-

[27] À la suite de l'année I et de notre mémoire de DEA, nous avions remarqué que notre présence dans les écoles étaient parfois l'occasion d'échanges riches en information.

[28] On peut lire par exemple que « *Anecdotal evidence : telling the story of value. Stories are the best way to traverse the knowledge system in a way that explains the linkages between community activities, knowledge resources, and performances outcomes. Only a story can describe these complex causal relations while incorporating implicit contextual factors that may be crucial to appreciate but hard to codify or generalize. Such stories depend on practioners' involvment, because only practioners can tell how the knowledge was put in action* » (Wenger et al. 2002, p. 168).

[29] Pour mémoire, cf. la section 3.1.1 page 50.

[30] Les durées sont approximatives car elles sont basées principalement sur les tâches prescrites par l'enseignant et il n'est pas toujours possible de déterminer de manière non ambiguë le début et la fin d'un épisode. C'est le cas par exemple quand un enseignant donne une consigne, qu'un court incident (Rogalski 2003 ; Roditi 2001) survient et que l'enseignant redonne une autre consigne ensuite.

cherche, aux phases de mises en commun de productions d'élèves et d'échanges entre les élèves ou entre l'enseignant et les élèves, aux phases de cours dialogué et aux phases de conclusion dans un sens que nous préciserons, pour des raisons de facilité, au moment d'évoquer l'analyse quantitative à la section 3.3.3 page 68. Nous synthétisons certains épisodes en phases. Par exemple, nous synthétisons les moments de recherche des élèves car nous avons décrit les limites des observations les concernant. De même, nous n'avons généralement pas d'enregistrement ou de notes concernant les échanges « privés »[31] entre les élèves ou avec l'enseignant au sein des petits groupes, même si nous en avons parfois entendu quelques bribes. De plus, certains moments, certaines interactions entre élèves ou entre l'enseignant et les élèves sont parfois peu en rapport avec l'objet de notre étude, ces passages peuvent donc être résumés avec profit. À l'inverse, nous notons davantage de détails pour les phases qui intéressent le plus notre étude à savoir ce qui participe de la dévolution du problème, ce qui concerne la recherche potentielle des élèves, les mathématiques en jeu, les moments de mise en commun et de débats, les moments de synthèse et de conclusion.

Dans ces choix méthodologiques d'exploitation des données, il y a bien sûr le risque de ne voir dans nos données que ce que nous voulons y voir car la rédaction des narrations constitue bien un traitement et un filtre des données recueillies. Cependant, nous pensons que les précautions prises préservent la validité de notre travail. En effet, nous voulons avant tout étudier la dynamique de processus en cours dans la CoP et non regarder le détail du fonctionnement de chaque séance.

Les narrations de séances sont disponibles en annexe à partir de la page 310.

3.3.3 Analyse des narrations de séance

Les narrations sont un matériau encore trop complexe pour rendre compte de manière synthétique de l'existence de moments de recherche, de débats et de preuve entre pairs et aussi des marges de manoeuvres investies par l'enseignant. Un traitement supplémentaire est donc constitué d'une analyse qualitative et quantitative basées sur l'identification des phases de présentation et de dévolution du problème, de recherche, de mise en commun et de conclusion. Les deux sections suivantes présentent les modalités de ces deux analyses.

Analyse qualitative

L'analyse qualitative s'appuie sur une analyse a priori des activités proposées sur le site Web et sur l'influence potentielle a priori de l'activité de la CoP sur les pratiques, par exemple au travers des réunions et des comptes-rendus. Il s'agit notamment de prévoir les choix qui restent à la charge de l'enseignant pour étudier la manière dont il a investi son espace de liberté dans le déroulement effectif des séances. Nous déterminons si les tâches prescrites ou attendues des séances observées correspondent à des problèmes de recherche et de preuve entre pairs et notamment si des tâches ouvertes sont proposées aux élèves ou si l'enseignant propose plutôt des activités d'application et des tâches fermées dont la résolution ne pose pas, a priori, de problèmes aux élèves au moment concerné. Revenons sur la définition d'une tâche ouverte. Il s'agit d'une tâche de nature mathématique donnée par l'enseignant, parfois implicitement, et qui nécessite une recherche des élèves sans que cette recherche soit l'application d'une méthode déjà présentée. Si une méthode permettant de résoudre la tâche a été présentée auparavant, en l'absence d'indice contradictoire, nous préjugerons

[31] Les échanges « privés » s'opposent aux échanges « publics », c'est à dire aux échanges potentiellement accessibles à l'ensemble de la classe.

Codes	Descriptions
Pres	Présentation du problème, des modalités de travail
RechO	Recherche autonome de problèmes ouverts
RechF	Recherche autonome de problèmes fermés
MC	Mise en commun
CD	Cours dialogué
Conc	Conclusion de la séance

TAB. 3.3: Codage utilisé pour les phases des narrations de séances.

que les élèves l'ont comprise et que cela limite d'autant le potentiel de recherche de l'activité. Il s'agit alors d'une tâche fermée. De plus, nous analysons seulement les interventions destinées à la classe entière. Une limite de notre méthodologie est donc que nous ne prenons généralement pas en compte les aides que l'enseignant a pu fournir à des élèves ou des groupes d'élèves particuliers, or nous savons qu'elles peuvent parfois être susceptibles de dénaturer une tâche ouverte en une tâche fermée.

Pour analyser qualitativement, puis quantitativement, les séances observées, nous codons les différentes phases identifiées dans les narrations de séances à l'aide des codes du tableau 3.3 que nous expliquons ci-après. Nous calculons ensuite les durées totales consacrées à chaque type de phases puis nous dressons un tableau synthétique du déroulement pour chaque séance.

Les phases de présentation et de dévolution du problème, sont essentiellement les épisodes pendant lesquels l'enseignant présente ou modifie l'énoncé du problème auprès des élèves et qui servent à permettre l'appropriation du problème par les élèves. Nous étudions les tâches prescrites et attendues et leur articulation dans le déroulement de la séance, la congruence du problème[32] avec ce qui était proposé sur le site Web en tenant compte de la chronologie des modifications du site Web[33]. Ces phases se situent principalement au début des séances mais pas uniquement. Elles sont repérées avec le code *Pres*.

Concernant les phases autonomes de recherche des élèves, individuelles ou par petits groupes, nous avons vu que notre analyse était limitée par la méthodologie de recueil de données. Cependant, les données permettent d'évoquer le rôle de l'enseignant pendant que les élèves cherchent, s'il intervient auprès d'eux, parfois en précisant de quelle manière. Nous évoquons aussi les activités des élèves que nous avons pu observer quand cela semble intéressant à signaler par rapport au déroulement de la séance. Les codes *RechO* et *RechF* signalent ces phases consacrées aux recherches autonomes des élèves. Le premier code signale une recherche répondant à une tâche prescrite ouverte, c'est à dire dont le résultat et la méthode de réalisation ne sont pas déjà donnés dans la classe. En particulier, il ne s'agit pas d'un résultat direct et facile à trouver par les élèves. Dans le cas contraire, la phase est considérée comme une phase de recherche fermée et elle est codée *RechF*. Il s'agit alors par exemple d'une recherche où la méthode d'obtention du résultat demandé est déjà donnée, implicitement ou explicitement, et où nous supposons que plusieurs élèves ont pu comprendre cette méthode.

Quant aux phases de recherche collective, ce sont des moments où une ou plusieurs productions

[32]Nous parlerons donc de *problème congruent*.

[33]À l'aide du récapitulatif des modifications du site Web pages 351 et suivantes.

ou idées sont partagées ou discutées, parfois partiellement, au niveau de l'ensemble de la classe. Il peut y avoir des moments d'échanges ou de débats, d'explication, de validation. Les échanges peuvent avoir lieu entre des élèves ou entre l'enseignant et des élèves, les validations peuvent être faites par l'enseignant ou les élèves. Nous étudions en particulier le rôle de l'enseignant en cherchant à déterminer si son activité est susceptible de favoriser la participation des élèves dans la résolution entre pairs du problème. En cohérence avec le cadre théorique de (Robert et Rogalski 2002), nous distinguons l'action du maître de l'activité des élèves qui en découle mais nous faisons l'hypothèse que l'action du maître est importante, sinon déterminante, pour favoriser l'activité des élèves. Une fois que les élèves ont cherché de manière autonome, c'est généralement le moment d'organiser des échanges dans le collectif de la classe. Les interventions peuvent être de deux natures, didactiques c'est à dire spécifiques des mathématiques ou du problème en cours de résolution – demander aux élèves de présenter leur travail ou le présenter sans le dénaturer ou en modifier la portée, de valider ou discuter un fait mathématique lié au problème – ou bien pédagogiques – vérifier que les élèves entendent ou voient ce qui est présenté, solliciter leur attention, demander une réaction. Comment l'enseignant s'y prend-il ? Il peut organiser une mise en commun des productions en cherchant à favoriser l'implication des élèves dans des échanges entre pairs. Nous codons les phases concernées *MC*. Il peut aussi intervenir sur un mode proche du « cours dialogué ». Il s'agit de phases contrôlées par des questions précises et simples de l'enseignant et qui font avancer sensiblement les élèves vers la résolution du problème. Ces phases sont dirigées sur le plan sémantique par l'enseignant et non par des élèves. Le potentiel de recherche ou de débats est alors réduit par une succession d'interventions courtes de l'enseignant et des élèves. Nous codons ces phases *CD*.

Enfin, nous analysons la façon dont l'enseignant conclut la séance relativement au déroulement de la séance et aux points qu'il met en valeur. Le code *Conc* repère ces phases de conclusion dans lesquelles l'enseignant peut impliquer les élèves dans les conclusions à tirer d'une séance. Il peut insister sur les résultats obtenus ou qui restent en suspens vis à vis du problème posé. Il peut aussi insister sur des aspects méta-mathématiques caractéristiques des activités de recherche et de preuve entre pairs. Nous recherchons aussi les éventuels décalages entre les éléments de conclusion et le déroulement de la séance.

Enfin, nous rédigeons pour chaque séance une conclusion dans laquelle nous synthétisons la logique d'action de l'enseignant pendant la séance concernée ainsi que les marges de manoeuvre investies par l'enseignant relativement à l'analyse a priori du problème.

Dans ces analyses, nous ne cherchons pas à analyser certains aspects linguistiques même s'ils ont probablement une importance dans le déroulement de ce type de séance. Nous pensons par exemple à la manière dont l'enseignant s'exprime, à des mots ou des formules langagières qu'il emploie. Par ce moyen, certains enseignants se donnent par exemple un rôle particulier dans la mise en commun : « *Vous* ne *m*'avez pas donné la solution », « Il faudra *m*'expliquer », etc. Ces expressions ne préjugent pas toujours du déroulement de la séance car l'enseignant peut très bien donner la charge de la preuve aux élèves, même si le langage utilisé semble le placer au coeur des échanges. Dans le cas inverse, ces expressions ne font sans doute que renforcer des processus déjà là de par la gestion de la séance faite par l'enseignant. Ainsi, le fait de ne pas étudier plus précisément ces aspects linguistiques ne nous semble pas de nature à fausser les analyses.

Analyse quantitative

Pour compléter notre analyse qualitative, nous menons aussi une analyse quantitative des séances de M^{me} $\mathcal{S}$. Celle-ci contribue à mettre en évidence la variété des mises en oeuvre et des évolutions entre le début et la fin de l'expérimentation.

Nous souhaitons tout d'abord quantifier la place des tâches ouvertes dans la pratique dans une séance ou plusieurs séances. Si l'enseignant ne propose pas de tâche ouverte, les élèves y seront confrontés au hasard des situations et de leur motivation et les objectifs de l'activité de recherche et de preuve entre pairs ne sont donc pas travaillés de manière suffisamment sûre. Le caractère ouvert des tâches étant défini, nous voyons alors essentiellement deux moyens de quantifier la place de celles-ci dans les séances : calcul de la proportion entre le nombre de tâches ouvertes par rapport au nombre total de tâches et calcul de la proportion de la durée cumulée pendant laquelle les élèves ont essentiellement à effectuer une tâche ouverte par rapport à la durée totale des séances. La première solution nous semble d'un intérêt limité car l'enseignant peut, par exemple, donner plusieurs petites tâches fermées pour faire avancer les élèves sur un aspect secondaire avant de leur permettre de se concentrer sur le problème principal. C'est donc davantage la proportion de temps consacré aux tâches ouvertes qui semble le mieux caractériser la place des tâches ouvertes dans une séance donnée. La question se pose donc de définir les limites d'un moment consacré à la résolution d'une tâche ouverte. Nous considérerons qu'il débute après la définition de la tâche[34] et qu'il peut se terminer de différentes manières :

- l'enseignant stoppe la résolution de la tâche ouverte ;
- l'enseignant donne aux élèves une autre tâche qui accapare l'activité des élèves. C'est par exemple le cas lorsque la tâche ouverte est décomposée en tâches fermées, même si la tâche ouverte reste en suspens. C'est aussi le cas lorsque l'enseignant organise une mise en commun des productions même si des élèves continuent de travailler à résoudre la tâche ouverte.

Dans notre analyse, nous cherchons aussi à quantifier la place des interventions de l'enseignant les plus susceptibles de favoriser des échanges et des débats entre élèves portant sur des objets mathématiques lors des mises en commun du travail des élèves. Pour des raisons similaires à celles développées pour la place de la recherche autonome des élèves, nous travaillerons sur la durée des moments de mise en commun et de cours dialogué.

Nous serons aussi amenés à faire des regroupements de types de phases. Tout d'abord, nous regrouperons, d'un côté, les phases de recherches ouvertes (RechO) et fermées (RechF) afin d'évaluer la place des recherches autonomes des élèves (RechA) et, d'un autre côté, les phases de mises en commun (MC) et de cours dialogués (CD) pour évaluer la place des recherches « collectives » (RechC), c'est à dire animées par l'enseignant. D'autre part, nous regrouperons aussi, d'un côté, les phases « ouvertes » RechO et MC et, d'un autre côté, les phases « fermées » RechF et CD, pour évaluer le degré d'ouverture des différentes séances et son évolution. Ces regroupements sont récapitulés dans le tableau 3.4 page suivante.

L'analyse quantitative des narrations de séances de M^{me} $\mathcal{S}$ est présentée à partir de la page 241.

[34]Quand la définition de la tâche ne prend que quelques secondes, elle est intégrée dans ce temps.

Regroupements de phases	Compositions des regroupements
Recherches autonomes RechA	RechO + RechF
Recherches collectives RechC	MC + CD
Phases « ouvertes »	RechO + MC
Phases « fermées »	RechF + CD

TAB. 3.4: Regroupements de phases et codage.

3.4 Les réunions

Mis à part la réunion de présentation de l'expérimentation, l'organisation de réunions n'était pas annoncée dans le design initial de notre expérimentation. Même si nous connaissions les limites des dispositifs d'échanges électroniques entre enseignants à propos de leur pratique, nous pensions que les autres éléments du design suffiraient à favoriser et à rythmer l'activité de la CoP. En particulier, des échanges électroniques étaient censés éviter aux enseignants de se déplacer et de se caler sur les emplois du temps des uns ou des autres. Cela n'a pas été probant à l'issue de la première année et plusieurs enseignants ont suggéré l'organisation de réunions, notamment pour mieux se connaître, ce qui fait qu'elles ont été plus nombreuses les années II et III. Toutes les réunions n'avaient ni les mêmes objectifs ni la même importance. En début d'année, elles étaient un moyen d'activer ou de réactiver la CoP. En milieu d'année, elles étaient davantage centrées sur la pratique des enseignants pour, en fin d'année, se centrer sur des bilans ou sur la création de nouveaux outils. L'année III, elles eurent un rôle supplémentaire, celui de déclencher de nouvelles dynamiques en accueillant de nouveaux enseignants. Les tableaux 5.14 page 189 et 5.15 page 190 recapitulent diverses informations à propos des réunions : numéros, dates, objets, enseignants présents/absents, statistiques de présence.

Possédant un enregistrement audio de la majorité de ces réunions[35], voyons en quoi consiste l'analyse de ces réunions. D'une part, il s'agit d'évaluer leur rôle global dans l'activité de la CoP. Ainsi, il faut étudier ce qui a été discuté et la manière dont nous avons tenu notre rôle de coordinateur. D'autre part, l'analyse doit aussi participer à l'analyse des trajectoires d'enseignants au sein de la CoP. Il faut donc étudier la contribution des enseignants au fil de ces réunions.

Deux types d'analyse ont été conduites, l'une qualitative, l'autre quantitative.

3.4.1 Analyse qualitative

L'analyse qualitative s'attache à cerner deux axes, la pratique des enseignants autour des activités de recherche et l'activité de la CoP. Concernant le premier axe, il s'agit de rapporter ce que les membres de la CoP disent des activités de recherche et de preuve entre pairs, de leur mise en pratique en classe, des questions posées, des choix proposés. Le deuxième axe concerne les choix d'organisation de l'activité de la CoP tels, par exemple, ceux concernant les comptes-rendus, l'organisation des réunions, le contenu et la forme du site Web, etc. Il concerne aussi ce que disent les enseignants sur la valeur qu'ils donnent à la CoP. Ces deux axes ne sont évidemment pas indépendants puisque la pratique des activités de recherche en classe est à l'origine de la création de cette

[35]Nous y reviendrons lors de la présentation des analyses.

CoP. Nous voulons à l'aide de ces deux axes distinguer ce qui relève de la pratique effective de la classe de ce qui relève davantage du dispositif mis en place pour favoriser cette pratique.

En lien avec notre hypothèse sur l'importance de la durée dans les processus de changement de pratiques, cette analyse doit permettre d'observer des évolutions dans les propos échangés au long de la durée de l'expérimentation. Elle doit aussi permettre au chapitre 6 de pointer des liens avec la pratique des enseignants.

Pour chaque réunion, nous présentons dans la section 5.3.2 page 191 son objet principal et une analyse qualitative. Celle-ci est basée sur les résumés, plus ou moins structurés selon les besoins, de ces réunions et sur les tableaux qui récapitulent les intervenants concernés et les aspects abordés. Ces derniers prennent la forme de « questions » et « réponses » en ce qui concerne les activités RPP et la forme de « thèmes » en ce qui concerne la CoP. On trouvera ces résumés et ces tableaux en annexe à partir de la page 389.

3.4.2 Analyse quantitative

L'analyse quantitative a été effectuée à l'aide du logiciel Transcriber[36]. N'ayant pas transcrit l'ensemble des réunions, nous avons codé les enregistrements uniquement lors de l'écoute.

Nous voulons évaluer la contribution des enseignants à l'activité de la CoP. Celle-ci passant par une multitude de canaux et avec des modalités variées, nous avons fait le choix d'étudier des éléments objectifs en cherchant à savoir si, au fil des réunions, les enseignants prennent plus d'initiatives, s'ils ont un rôle plus actif en termes de nombre et de durée d'interventions et si notre rôle de coordinateur est moins présent à la fin de l'année III. Pour cela, nous allons étudier la durée et le nombre, d'une part, des interventions des participants et, d'autre part, des interventions « autonomes » au sens précisé ci-après, par rapport à l'ensemble des interventions et de leur durée totale. Sans minorer leur importance dans les échanges inter-personnels, nous ne prendrons pas en compte les micro-interventions, d'une durée souvent inférieure à une seconde, du type : « oui oui », « voilà », « d'accord », etc. qui ponctuent les diverses interventions sans répondre à des questions ou des sollicitations précises. Elles ont en effet un rôle à jouer dans le fil des interventions mais il n'est pas toujours facile d'identifier leur auteur et cela nous semble cohérent avec le fait que nous ne pouvons pas non plus repérer ce qui, dans les gestuelles de chacun, équivaudrait à ces micro-interventions visant principalement à « soutenir » le discours du locuteur. De plus, certaines interventions sont simultanées, certaines en coupant partiellement d'autres. Ces cas sont assez rares et souvent d'une durée inférieure à 5s. Nous attribuons alors à un seul enseignant la plus grande partie du temps d'intervention commun en tenant compte de l'importance de l'intervention en termes de contenu et de lien avec le discours principal de la réunion. De part leur importance, ces attributions ne sont pas de nature à modifier sensiblement nos résultats.

Afin de quantifier l'implication des enseignants dans la CoP et d'évaluer leur degré d'autonomie dans leurs interventions par rapport aux nôtres, nous avons identifié des interventions dites « autonomes », c'est à dire des prises de parole qui ne répondent pas, immédiatement ou après un temps de silence, à une de nos interventions ou sollicitations. Ces interventions peuvent se situer dans le même fil du discours et être coupées par un ou plusieurs enseignants, nous comptons alors chacune des interventions du locuteur comme autonome ainsi que celles qui coupent ce discours. D'autre part, nous qualifions aussi d'autonomes les interventions qui montrent une prise d'initiative dans

[36] Cf. http://trans.sourceforge.net/.

l'échange, c'est à dire qui vont au-delà de la simple réponse à notre sollicitation ou qui visent à compléter notre propos sans sollicitation spécifique. Notons qu'il est possible que ces interventions autonomes soient liées à une de nos sollicitations précédentes mais elles montrent que les enseignants s'impliquent dans la CoP, même si un autre enseignant a déjà répondu à notre sollicitation ou bien si d'autres échanges ont eu lieu entre temps. Autrement dit, les interventions autonomes sont des interventions relativement spontanées des enseignants, qui ne sont pas directement rythmées par nos propres interventions ou qui succèdent à celles des autres enseignants.

À titre d'illustration, voyons une succession d'interventions extraites de la réunion R7-III du 12 janvier à partir du temps 5'39". Les interventions des enseignants suivent l'une de nos interventions rappelant brièvement l'énoncé du problème *Plus grand produit*. Les interventions de chaque participant sont numérotées et celles que nous avons considérées comme autonomes sont signalées comme telles entre crochets au début de leur transcription.

> *1 - JPG : Oui, enfin je ne sais pas, tout le monde l'a fait celui-là. Enfin, j'ai regardé les notes de l'année dernière, tout le monde l'a fait je crois... vous l'avez fait aussi... donc, justement, si vous avez des... parce que le principe de mon expérimentation c'est que l'expérience des uns, est-ce qu'elle peut servir aux autres.*
>
> *[silence de 3"]*
>
> *2 - JPG : Est-ce que vous avez des...*
>
> *[silence de 3"]*
>
> *3 - M^{me} $\mathcal{S}$: C'est loin quand même.*
>
> *[silence de 2"]*
>
> *4 - M^{me} $\mathcal{S}$: Non, j'ai pas de...*
>
> *[silence de 6"]*
>
> *5 - M^{me} $\mathcal{S}$: [autonome] C'est quoi déjà l'énoncé ?*
>
> *6 - JPG : Hé bien le principe, vous vous en souvenez non ? Tu t'en souviens toi [prénom de M. $\mathcal{H}$] ?*
>
> *7 - M. $\mathcal{H}$: L'énoncé ? Non [intervention très brève].*
>
> *8 - M. $\mathcal{D}$: [autonome] On connaît la somme et on sait que la différence, c'est pas ça non ?*
>
> *9 - JPG : Non non. C'est que... on prend un nombre, par exemple 10 et on cherche... enfin, on fait des décompositions additives et puis après on multiplie les termes et puis, dans toutes les décompositions additives, on cherche celle qui va donner le plus grand produit.*
>
> *[silence de 5"]*
>
> *10 - M. $\mathcal{H}$: [autonome] il faut arriver à ce que les gamins disent c'est plus intéressant de prendre ou de... des 3 et des 2.*
>
> *[silence de 2"]*
>
> *11 - M. $\mathcal{O}$: [autonome] Mais ça c'est...*
>
> *12 - M. $\mathcal{H}$: [autonome] Parce que, si on prend 5, donc on décompose en 3 et 2, et 3 multiplié par 2, 6 donc on gagne...*
>
> *[silence de 2"]*

13 - M^{me} $\mathcal{S}$: [autonome] Parce que, si on veut vraiment leur faire trouver par eux-mêmes, enfin moi, je trouve que c'est très long quoi. Pour chaque fois, on est obligé de prendre 2 ou 3... bon peut-être que je m'étale trop hein c'est... enfin moi c'est peut-être trop étalé...
[silence de 1"]
14 - M. $\mathcal{H}$: [autonome] Heu, comment vous les faites travailler, par groupe ou en individuel ou... ?
15 - M. $\mathcal{O}$: [autonome] Je les fais travailler par groupe, en essayant de faire des groupes assez...
[courte aparté à propos du café]
16 - M. $\mathcal{O}$: [autonome]... les groupes hétérogènes... qu'il y ait une certaine homogénéité entre les groupes quoi. C'est à dire mettre des CM1 forts avec des CM2 faibles et...

Détaillons le codage de quelques unes des interventions. L'intervention 5 de M^{me} $\mathcal{S}$ est considérée comme autonome car elle ne suit pas complètement notre sollicitation. Elle contient en effet une intervention qui vise à prendre l'initiative de demander une information complémentaire. De même, l'intervention 10 de M. $\mathcal{H}$ qui vise à compléter la nôtre n'est pas sollicitée, l'enseignant intervient de son propre chef et nous la codons comme autonome. Des apartés coupent brièvement mais clairement le discours de M. $\mathcal{O}$ (interventions 15 et 16). Ces deux interventions sont chacune comptées comme autonome car l'enseignant reprend volontairement la parole sans intervention de notre part pour exposer plus complètement son discours. Notre intervention 7 sollicite l'ensemble des enseignants puis immédiatement après un enseignant en particulier. L'intervention 8 de M. $\mathcal{D}$ succède rapidement à celle de M. $\mathcal{H}$ mais elle montre que M. $\mathcal{D}$ s'implique même si un autre enseignant a répondu ; c'est pourquoi nous la codons comme autonome.

À l'inverse, les interventions 3 et 4 répondent directement à notre intervention 1 ce qui fait que nous ne les qualifions pas d'autonomes. Il en est de même pour l'intervention 7 de M. $\mathcal{H}$.

Une fois le type des différentes interventions identifié, nous avons construit différents tableaux et graphiques[37] qui nous permettrons de répondre aux questions posées au début de cette section.

Nous ferons ensuite un lien avec notre analyse qualitative. Par exemple, il sera intéressant d'étudier si les enseignants sont plus actifs à telle ou telle réunion et si c'est pour parler de leur pratique, pour résoudre les problèmes qu'ils rencontrent, pour partager et développer leur expérience, etc. autant d'indices signifiant que la CoP prend de la valeur. La phase de fusion de la CoP correspond en effet à un établissement de la confiance mutuelle et à une prise de conscience de la valeur de la CoP. Elle se traduirait ici en une plus grande implication des enseignants. Nous pensons donc trouver une meilleure implication des enseignants quantitativement et qualitativement en année III.

3.5 Conclusion

La lecture de ce chapitre a permis de développer plusieurs points de notre méthodologie tant en ce qui concerne la mise au point de notre expérimentation qu'en ce qui concerne les analyses que nous présenterons. Devant les nombreuses données disponibles, nous avons dû faire des choix quant à leur sélection et à leur traitement. Si nécessaire, nous reviendrons plus en détail sur certains d'entre

[37] Cf. à la section 5.3.3 page 202.

eux au moment de présenter les analyses. Ces dernières visent à rendre compte du développement de la CoP, de la pertinence de nos choix quant à sa coordination et de l'influence de l'activité de la CoP sur les pratiques de classe. Au-delà, elles visent aussi à évaluer l'intérêt de la théorie des communautés de pratique et de ses concepts pour permettre à des enseignants de développer des compétences dans de nouveaux domaines de pratique.

Pour autant, le présent chapitre n'a pas permis de détailler l'ensemble des éléments de notre expérimentation. En particulier, une étude des expérimentations passés ou existantes autour des activités de recherche et de preuve entre pairs est nécessaire pour affiner le descriptif de notre dispositif. C'est justement l'objet du chapitre qui suit, chapitre qui permettra aussi de présenter de nouveaux concepts pour décrire les activités de recherche et de preuve entre pairs, finissant ainsi de compléter le cadrage théorique de notre travail.

Chapitre 4

Activités de recherche et de preuve entre pairs

Ce chapitre est centré sur le thème des activités de recherche et de preuve entre pairs, expression sur laquelle nous reviendrons. Nous l'abordons sous l'angle de la transposition didactique d'activités de la sphère des mathématiques savantes vers la sphère scolaire, essentiellement à l'école primaire mais pas seulement. Nous allons donc explorer certains aspects de cette transposition, en chercher les fondements épistémologiques et didactiques. En premier lieu, ceci nous conduit naturellement à mieux caractériser les activités de recherche et de preuve entre pairs en classe de mathématiques et à définir un nouveau modèle pour leur analyse qui complète ainsi notre cadrage théorique. Nous étudions ensuite successivement la façon dont la transposition de ces activités est abordée dans la littérature[1] puis la façon dont elle est présente dans des documents dont peuvent disposer, a priori, les enseignants de l'enseignement primaire. Parmi ces documents, nous avons limité l'essentiel de notre analyse aux instructions officielles en vigueur au début de notre expérimentation[2] et à des extraits des ouvrages édités par l'équipe ERMEL[3] et du numéro spécial « Points de départ » de Grand N[4]. Nous donnons des éléments de réponse à la question : Pourquoi vouloir mener ces activités en classe, lesquelles et comment ? Certains de ces éléments sont parfois implicites dans les publications et nous allons faire une revue des arguments présentés et discuter les questions qu'ils posent. Cette étude implique une autre question : comment les enseignants peuvent-ils assurer cette « intrusion » de nouvelles pratiques dans d'autres déjà installées, stables et cohérentes. Une réflexion a priori est en effet à mener sur la « juste distance » (Assude et Gélis 2002) entre pratiques anciennes et nouvelles des enseignants et nous y apportons des éléments de réponse. Une question similaire peut être posée du côté des élèves mais nous l'aborderons peu dans notre travail.

En nous appuyant sur les analyses précédentes et sur notre cadrage théorique, nous compléterons le chapitre consacré à notre méthodologie en présentant les activités proposées aux enseignants dans le cadre de notre expérimentation ainsi qu'une analyse détaillée pour deux d'entre elles[5].

[1] Cf. section 4.2 page 81.
[2] Cf. section 4.3 page 112.
[3] Cf. section 4.4.1 page 127.
[4] Cf. section 4.4.2 page 135.
[5] Cf. section 4.5 page 142.

4.1 Éléments de caractérisation des activités de recherche dans la sphère scolaire

L'étude des écrits concernant les activités de recherche et de preuve entre pairs dans la sphère scolaire nécessite de préciser la terminologie employée pour en parler et pour en décrire certaines caractéristiques. Pour ce faire, nous définissons ci-après les concepts suivants : *activité de recherche et de preuve entre pairs*, potentiel de *recherche*, potentiel de *débat*, potentiel de *résistance* et potentiel de *résistance dynamique*, potentiel *didactique*.

Ce n'est pas la seule mais nous faisons le constat que l'expression *problème pour chercher* utilisée dans les programmes ne dénote[6] pas de manière suffisamment explicite les problèmes qu'elle désigne. Cette expression désigne certes de façon relativement claire des problèmes de mathématiques scolaires avec lesquels une recherche des élèves est possible. Une catégorisation classique des situations permettant des recherches par les élèves consiste à distinguer, d'une part, les *problèmes pour chercher*, dont l'objectif est d'entraîner les élèves à la recherche de problèmes de mathématiques et, d'autre part, les activités qui servent à introduire une nouvelle notion ou une nouvelle technique dans la classe. Dans les deux cas, malgré des objectifs différents, les élèves cherchent et on peut donc appeler *problèmes pour chercher* ces deux types de situations que l'on veut distinguer. On peut discuter de la pertinence de cette distinction et nous prenons le parti de la conserver car (1) si elle ne figure plus dans les programmes actuels de l'école primaire, elle y a figuré et elle reste un appui pour de nombreux acteurs de l'enseignement des mathématiques, (2) nous pensons que les enseignants qui proposent une situation donnée à des élèves ont un objectif principal au moment de donner une situation de recherche à leurs élèves : celui de faire réinvestir la démarche de recherche en mathématiques ou bien celui de faire découvrir une notion ou une technique. Dans le premier cas, l'enseignant a « l'esprit libre » pour conclure la résolution du problème et permettre aux élèves de chercher car les enjeux pour la suite de l'année ne peuvent pas être fortement remis en cause quelle que soit l'issue du travail des élèves. Dans le second cas, il préfèrera souvent raccourcir les moments de recherche et de débats plutôt que de prendre le risque que la notion ou la technique ne soient pas mise en évidence avant la fin de la séquence car ceci perturberait la suite de sa progression.

D'autres expressions existent dans la littérature pour caractériser des situations de recherche en classe de mathématiques. On y trouve par exemples celles de *problème ouvert* (Arsac et Mante 2007 ; Arsac et al. 1991), de *situation-problème* (Arsac et Mante 2007 ; Arsac et al. 1991 ; Douady 1986), de *situation-recherche* (Duchet et Mainguené 2003), de *situation de recherche en classe* (Grenier et Payan 2002). Cependant, si la définition de ces expressions est claire dans le discours des auteurs, nous y reviendrons plus loin, les dénominations retenues nous semblent, elles, peu explicites[7]. En effet, au-delà du cadre de la recherche, et notamment de par notre travail avec les enseignants, nous affirmons que ces expressions ne dénotent pas de manière suffisamment explicite les types de problèmes que les enseignants peuvent proposer à leurs élèves et il faut finalement souvent repréciser lors des échanges ce qu'elles recouvrent. Nous avons par exemple fréquemment observé dans notre activité de formateur en I.U.F.M. que les expressions *problème ouvert* ou *problèmes pour chercher* sont rarement utilisées en un sens univoque. Ceci nous semble tout autant dû à leur im-

[6]Nous reprenons ce mot à la suite de l'emploi qu'en fait J-P. Drouhard dans ses travaux sur l'enseignement de l'algèbre élémentaire.

[7]On verra que déjà des interrogations concernant la dénomination et sur la définition des *problèmes ouverts*. Cf. note 72 page 101 concernant (Arsac et al. 1991).

précision intrinsèque qu'à l'usage assez vaste qui en est fait. En particulier, l'adjectif *ouvert* peut signifier (1) que les élèves ne connaissent pas, a priori, la méthode de résolution du problème, (2) que le problème est ouvert pour la recherche scientifique, (3) qu'il s'agit d'un problème répondant à la caractérisation de (Arsac et Mante 2007).

D'autre part, aucune expression n'est véritablement « consacrée » pour désigner les problèmes dont la finalité est l'introduction d'une notion ou d'une technique. Certains emploient l'expression *situation-problème* mais elle n'est pas plus explicite que *problème pour chercher* ou *problème ouvert*. Avant de donner leur propre définition de cette expression[8], (Arsac et al. 1991, p .91) écrivent notamment « *Beaucoup de sens différents sont donnés à l'expression : "situation-problème" : pour les uns, il s'agit d'un problème concret, pour d'autres d'un problème pour introduire une notion, pour d'autres, situation-problème signifie problème sans question ou problème ouvert, enfin, pour certains collègues, une situation-problème n'est qu'un "simple habillage" d'une notion* ».

De plus, il nous semble que les débats et les preuves qui peuvent exister dans la classe et leur aspect social sont minorés dans les expressions évoquées précédemment.

Après avoir identifié la nécessité d'une précision terminologique pour désigner les activités de recherche en classe de mathématiques, nous proposons donc les expressions *activité de recherche et de preuve entre pairs* (activité RPP) et *activité orientée notion/technique* (activité ONT) pour mieux désigner nos objets d'étude.

L'expression *activité de recherche et de preuve entre pairs* désigne les activités dont l'objectif principal est d'entraîner les élèves à la démarche de recherche en mathématiques et aux échanges entre pairs à la manière des mathématiciens professionnels. Elles permettent de travailler des notions principalement paramathématiques[9] (Chevallard 1985, p. 50) qui sont liées à l'activité de recherche d'un mathématicien. Le ou les problèmes mathématiques qui la composent sont une partie du dispositif conduisant à ces apprentissages d'où l'utilisation du terme *activité*.

Les élèves et l'enseignant ne sont pas des mathématiciens dont ce serait le métier et la communauté de la classe n'est pas une communauté de mathématiciens. Ce constat nous a fait retenir le terme de *preuve* défini par Balacheff comme une « *explication*[10] *acceptée par une communauté donnée à un moment donné. Cette décision peut être l'objet d'un débat dont la signification est de déterminer un système de validation commun aux interlocuteurs* » (Balacheff 1987, p. 148). Boero en précise certains contours en distinguant la preuve comme produit mais aussi comme processus et en analysant ce dernier comme un processus de « *compagnonnage* » et « *d'entrée dans la culture des théorèmes (et des théories mathématiques)* » (Boero 1999). Le terme de *preuve* désigne donc ce que l'on peut transposer de la *démonstration* des mathématiques savantes au monde des mathé-

[8]Les auteurs s'appuient sur les textes préparatoires des programmes de 1985 et sur le développement de la théorie des situations didactiques de Guy Brousseau pour définir les situations-problème. Ce sont des situations qui, à l'aide de consignes très simples, permettent aux élèves d'investir leurs connaissances déjà acquises, de faire des conjectures, qui rendent possible la mise en jeu des outils objectifs d'apprentissage de l'enseignant, qui permettent aux élèves de se rendre compte par eux-mêmes de l'insuffisance de leur connaissance pour résoudre le problème et enfin qui permettent aux élèves de construire de nouvelles connaissances.

[9]« *Les notions paramathématiques sont des* notions-outils *de l'*activité mathématique*; elles ne sont "normalement" pas des* objets d'étude. *Les notions mathématiques sont, elles, des objets d'étude (on étudie la notion de nombre, la notion de groupe, etc.) et des outils d'étude (en principe !). Bien entendu, il n'y a pas* étanchéité absolue *entre les deux domaines : la notion d'équation, la notion de démonstration, sont aujourd'hui des* objets mathématiques *en* logique mathématique. *La distinction doit toujours se référer à une* pratique d'enseignement précise ».

[10]Balacheff définit une explication comme un « *discours visant à rendre intelligible le caractère de vérité, acquis pour le locuteur, d'une proposition ou d'un résultat. Les raisons avancées peuvent être discutées, refusées ou acceptées* ».

matiques scolaires. Il est aussi d'une utilisation plus souple dans le cadre scolaire car il n'est pas chargé de la même connotation que le terme *démonstration* et il offre davantage de possibilités d'interprétation pour les élèves et les enseignants sur ce que seront ces preuves dans la classe en termes de formes et de contenus au fil de l'enseignement.

Enfin, bien que le terme de *preuve* selon Balacheff exprime déjà l'idée d'un débat au sein d'une communauté, l'ajout de l'expression « *entre pairs* » nous semble nécessaire pour retranscrire explicitement le caractère social de la recherche et de la preuve en mathématiques.

Ainsi, nous pensons que l'expression *activité de recherche et de preuve entre pairs* (activité RPP) est facilement appréhendable par qui à affaire au monde des mathématiques et de son enseignement. Les *problèmes pour chercher* des programmes de 2002, les *problèmes ouverts* et les *situations-problème* (Arsac et al. 1991) sont des exemples de telles activités. Afin de mieux distinguer ces dernières, nous proposons une deuxième expression : *activité orientée notion ou technique* (activité ONT). Elle sert à désigner les activités RPP dont l'objectif est de faire travailler *in fine* les élèves sur une nouvelle notion ou une nouvelle technique mathématique qui est au programme des élèves d'un niveau donné. Les situations-problème de (ibid.), les situations a-didactiques (Brousseau 1998) sont des *activités RPP ONT*.

Les *activités de recherche et de preuve entre pairs* intéresse plus directement notre travail et existent en grande variété. Pour préciser davantage ce que sont les problèmes en jeu dans notre travail, nous avons besoin de définir différents potentiels d'une activité RPP.

4.1.1 Potentiels d'une activité de recherche et de preuve entre pairs

Dans cette partie, nous définissions différents potentiels des activités RPP afin de les utiliser dans la suite de notre travail.

Potentiel de recherche

Le potentiel de recherche d'une activité est constitué par les éléments qui font qu'elle va permettre aux élèves d'exercer leurs capacités à chercher un problème nouveau, qui n'est pas une simple application de techniques vues auparavant. Ce potentiel dépend donc du problème lui-même mais aussi des élèves. Il est plus grand quand les élèves disposent de plusieurs moyens pour tenter de résoudre le problème ou pour commencer à le résoudre, quand bien même il n'y aurait finalement qu'un seul moyen à leur portée pour aboutir. En particulier, les élèves ont, dans ce cas, davantage d'opportunité de s'impliquer dans la recherche et ceci facilite sa dévolution. De plus, il nous semble que les activités RPP doivent aussi présenter, non seulement un certain intérêt[11] mathématique ou didactique, mais aussi pouvoir susciter la curiosité et l'intérêt des élèves. Les mathématiques embarquées dans les problèmes peuvent être une composante de cet intérêt mais ce n'est pas le seul, la manière dont l'enseignant va présenter le problème influe aussi sur le potentiel de recherche de ces problèmes. Le potentiel de recherche d'un problème dépend donc du problème lui-même, des élèves et de l'enseignant. C'est aussi le cas pour les potentiels qui suivent mais ils nous a paru important de le signaler ici.

[11] Ce que (Fabre 1999, chap. 1), revenant sur l'étymologie du mot *problème*, désigne par l'idée de *saillance*.

Potentiel de résistance et potentiel de résistance dynamique

Les activités RPP doivent opposer une certaine résistance aux tentatives des élèves pour les résoudre. Le *potentiel de résistance* regroupe les éléments permettant de prévoir cette résistance. L'expérimentation des activités est un moyen de l'évaluer. En particulier, on espère qu'il n'est pas trop grand afin que les problèmes puissent être a priori résolus totalement ou presque par les élèves s'ils s'investissent dans leur résolution.

Cette caractérisation n'est cependant pas suffisante pour distinguer les activités basées sur des « problème à astuce » ou « problème de type *on/off* », c'est à dire pour lesquels il n'y a que peu ou pas de progression possible dans la recherche ou bien que celle-ci n'est pas progressive. D'une certaine manière, dans ce type de problèmes, on passe – ou pas ! – soudainement d'un état de recherche à un état de résolution du problème sans qu'on puisse véritablement voir dans cette soudaine résolution le résultat de la recherche qui a précédé. Nous ne disons pas que ces problèmes n'ont pas d'intérêt didactique ou intellectuel, même si, dans une première approche, leur intérêt nous semble souvent réduit dans une classe[12]. Nous cherchons d'abord à les désigner.

Ceci nous amène à définir un concept plus fin, celui de *potentiel de résistance dynamique*. Les activités – on pourrait aussi dire les situations, les moments, etc. – à potentiel de résistance dynamique sont celles dont le potentiel de résistance est susceptible de varier au cours de la résolution, elles ne sont pas du type « *on/off* ». Plus clairement, ceci signifie qu'une analyse a priori, pour un contexte donné, peut prévoir que les élèves vont trouver au fur et à mesure de leur recherche et à un rythme minimal et suffisant pour soutenir leur implication dans la tâche de résolution, un certain nombre d'éléments pouvant les rapprocher de la résolution totale ou partielle du problème ou bien, parfois, les en éloigner. Autrement dit, une *activité à résistance dynamique* est une activité où le potentiel de résistance à la résolution peut varier et fournir à celui qui cherche des rétroactions interprétables en termes de proximité d'une solution, où le milieu a-didactique évolue au cours des efforts de recherche. L'action de l'enseignant peut contribuer à mettre en évidence cette variation, par exemple, en montrant ce qui est déjà atteint et ce qui reste à atteindre, les éléments validés, invalidés ou dont le statut reste inconnu.

Potentiel de débat

Plusieurs auteurs montrent que l'aspect social de la preuve et de la recherche en mathématiques est fondamental[13]. Ceci nous conduit à définir le *potentiel de débat* d'une activité : c'est l'ensemble des potentialités que l'on peut définir pour une activité dans un contexte donné pour qu'elle favorise des débats de nature mathématique[14] entre élèves pendant ou à l'issue de la recherche par ces élèves. Ces débats peuvent, par exemple, concerner l'avancée de la recherche, les contours du problème, la définition de certains objets, la validation de conjectures, etc. De l'activité de recherche des élèves, on espère généralement aussi que des débats vont naître et contribuer ainsi à leur formation mathématique. Ce concept sert, en particulier, à appréhender la réalité selon laquelle, si l'activité n'a pas a priori de potentialité pour permettre des débats de nature mathématique entre élèves, il sera alors plus difficile voire impossible à l'enseignant de les provoquer et de les animer. Or, lors

[12] En effet, on peut notamment supposer que pour des raisons de temps, de motivation et d'endurance des élèves, ce type d'activités est peu favorable aux apprentissages. Nous ne chercherons pas davantage à travailler cette question.

[13] Cf. par exemple (Lakatos 1984 ; Balacheff 1987) et le site Web *La lettre de la preuve*.

[14] Étant entendu, qu'une activité mathématique peut aussi susciter des débats d'autre nature que mathématique.

de nos activités de formateur, nous avons plusieurs fois observé des séances où tout se déroulait comme si une bonne phase de recherche impliquait *de facto* une phase de débat, ce qui n'est pas toujours le cas. Par ailleurs, il faut aussi noter que, si le déroulement effectif d'une activité peut aussi parfois amener à la formation de milieux a-didactiques propices à ces débats, cela ne relève pas toujours d'une analyse a priori.

Potentiel didactique

Au-delà de la recherche et des débats qu'une activité peut provoquer, il nous semble important de définir son *potentiel didactique*, c'est à dire ce que les élèves sont, a priori, susceptibles d'apprendre au cours des séances qui lui sont consacrées. C'est une caractéristique qui délimite ce qu'un enseignant va finalement pouvoir proposer à des élèves en termes de savoirs mathématiques ou paramathématiques, ce qui, du côté enseignant, relève de la composante cognitive. Dans les activités RPP, il s'agit principalement d'éléments d'ordre méthodologique et de savoirs paramathématiques (Chevallard 1985, chap. 4, « Objets de savoirs » et autres objets). Il s'agit par exemple de ce qui peut constituer une preuve mathématique dans une classe donnée, du fait qu'une idée individuelle nécessite d'être confrontée à l'évaluation des pairs et qu'elle peut s'enrichir de cette confrontation, du fait qu'un exemple ne peut prouver une règle générale mais qu'il peut contribuer à élaborer cette preuve, du fait qu'un contre-exemple suffit à invalider une conjecture de type universel, etc. Le potentiel didactique peut aussi permettre d'aborder des notions et des techniques mathématiques, liées ou non aux programmes scolaires. Dans le contexte des activités ONT, ces derniers ont une place de choix.

Articulations relatives des différents potentiels

Les cinq potentiels de recherche, de débat, de résistance, de résistance dynamique et didactique, que nous venons de définir sont à la fois liés de manière évidente mais ils sont aussi relativement indépendants. Par exemple, le potentiel de recherche et les moments de recherche d'une activité peuvent être importants sans que l'on puisse assurer que les élèves apprennent véritablement quelque chose qui dépasse la solution du problème particulier posé. Les élèves peuvent par exemple chercher longtemps une solution mais ne pas voir les ressorts de la situation : le potentiel de recherche est ici indépendant du potentiel didactique. De la même manière, les élèves peuvent débattre (par exemple à propos de la validité d'un calcul) entre eux sans véritablement chercher. Le potentiel de recherche est donc relativement indépendant du potentiel de débat. Nous ne pouvons pas non plus écarter le fait que les élèves puissent apprendre des éléments pertinents sans avoir cherché ou débattu, par exemple lors d'un bilan fait par un élève ou l'enseignant. Le potentiel didactique est donc relativement indépendant des potentiels de recherche et de débat.

4.1.2 Conclusion

Après avoir identifié la nécessité d'une terminologie plus explicite, les sections précédentes ont présenté les concepts d'activité de recherche et de preuve entre pairs (RPP) et d'activité orientée notion/technique (ONT). Afin de pouvoir mieux caractériser ces activités, nous avons ensuite défini différents potentiels d'une activité RPP : potentiel de recherche, potentiel de débat, potentiel de résistance et potentiel de résistance dynamique, potentiel didactique. Il faut noter que la description de ces potentiels est indépendante des moyens utilisables pour les faire varier. L'idée est donc celle d'un modèle de cahier des charges des activités RPP. De plus, l'idée de potentiel retranscrit bien le fait que les caractéristiques des activités RPP ne dépendent pas seulement du problème mathématique initial mais aussi d'une multitude d'autres facteurs. Pour un problème donné, les potentiels ne s'exprimeront donc pas toujours, ou alors pas de la même façon, dans des mises en oeuvre différentes. Cependant, ils sont susceptibles de nous aider à mieux distinguer, dans une analyse a priori ou dans une analyse a posteriori, ce qui dépend du problème, des élèves, de l'enseignant et de son espace de liberté. En particulier, on a déjà vu que l'enseignant pouvait, par exemple, avoir un rôle à jouer avec le potentiel de résistance dynamique et qu'à l'inverse, son action pouvait se révéler vaine quand le potentiel de débat était faible. Nous avons aussi émis quelques réserves concernant l'intérêt de proposer des activités dans lesquelles le potentiel de résistance dynamique était faible. Enfin, le potentiel didactique nous aide, par exemple, à conceptualiser le fait que les « problèmes ouverts » peuvent aussi être utilisés potentiellement comme des situations ONT[15].

En conclusion, nous nous posons encore la question de définir le potentiel d'adaptabilité ou d'utilisabilité d'une activité RPP, c'est à dire sa capacité à être adaptée à une pratique, un enseignant, une classe, un contexte donné. Ce serait donc un potentiel, inspiré par les concepts d'ergonomie des EIAH, qui toucherait chaque potentiel déjà défini d'une activité RPP et qui ne serait pas spécifique d'une ressource réifiant cette activité. La question de l'intérêt de cette définition reste posée.

4.2 Sur la transposition des activités de recherche du mathématicien dans la sphère scolaire

4.2.1 Introduction

Les chercheurs qui s'intéressent aux questions de l'enseignement des mathématiques considèrent généralement qu'une place conséquente doit être accordée aux activités RPP[16]. La nature des mathématiques l'explique en partie et c'est aussi en adéquation avec la vision socio-constructiviste des apprentissages, dominante aujourd'hui dans le domaine de l'enseignement. Si les recherches sur la résolution de problèmes ont été un temps dans une position un peu marginale en France (Artigue et Houdement 2007), la recherche d'une écologie favorable pour les activités RPP a tout de même fait l'objet de plusieurs études selon deux axes non exclusifs : l'axe « potentiel didactique » et l'axe « ressources ergonomiques ». Parmi les travaux les plus récents orientés selon l'axe « potentiel didactique », on trouve par exemple ceux centrés sur la démarche expérimentale en mathématiques (Dias et Durand-Guerrier 2005) et sur la recherche de situations fondamentales robustes mettant en jeu des savoirs méta-mathématiques ou paramathématiques (Grenier à paraître ; Hersant et Thomas 2008) telle les définitions (Ouvrier-Buffet 2006). Dans plusieurs d'entre eux, sinon tous, se pose aussi la question d'identifier les savoirs mathématiques en rapport avec les programmes. Dans ces travaux, il s'agit d'étudier comment les savoirs – mathématiques, para ou méta-mathématiques – visés dans ces situations peuvent être mis en oeuvre, explicités, institutionnalisés, et vivre dans la classe. Un peu à la marge de ceux sus-cités, l'apport des travaux autour des narrations de recherche (IREM Paris 7 2002) nous semble aussi contribuer à mieux mettre en évidence le potentiel didactique des activités RPP. Parmi les travaux orientés selon l'axe « ressources ergonomiques »,

[15] Ce n'est pas l'idée qui est nouvelle mais plutôt la façon de l'expliciter.

[16] Voir, par exemple, (Brousseau 1998 ; Arsac et al. 1991 ; Audin et Duchet 1991 ; Grenier et Payan 2002).

on trouve des travaux où il s'agit, notamment, d'analyser a priori et a posteriori et d'apprêter les ressources pour faciliter leur appropriation par les enseignants (Aldon 2008 ; Georget à paraître ; Georget 2006). Ces travaux ne sont pas indépendants du premier axe puisque les analyses et les optimisations de ressources portent à la fois sur le fond et sur la forme.

Plusieurs questions se posent cependant à propos des activités RPP en classe de mathématiques : Quelle transposition peut-on faire en classe des activités de recherche qui se déroulent dans le monde des mathématiques savantes ? Quelles activités peut-on ou doit-on mener en classe ? Quelle est la légitimité de ces pratiques ? Quelles sont les conséquences en terme de pratiques et de changements de pratiques pour les enseignants ?

Nous avons choisi d'étudier ces questions sous un angle proche de celui de la transposition didactique (Chevallard 1985), celui d'une transposition d'une pratique de recherche de la sphère des mathématiques savantes vers la sphère scolaire. Exception faite de « MATh.en.JEANS » qui a une certaine proximité avec la classe, nous nous sommes limités à des expériences ayant lieu en classe[17].

Cette section étudie donc en premier lieu les travaux et expérimentations effectués dans ce domaine. Ceux que nous allons présenter et analyser sont ceux de[18] Pierre Duchet autour de « MATh-.en.JEANS » et des situations-recherche, ceux de Denise Grenier et Charles Payan autour des « situations de recherche en classe (SiRC) », ceux de Marc Legrand autour du « débat scientifique en situation de classe », ceux de Pierre Eysseric sur les « ateliers de recherche en mathématiques (ARM) » et enfin ceux de Gilbert Arsac autour des « problèmes ouverts ».

Pour chacun de ces travaux, nous nous proposons de donner successivement :

- une présentation synthétique du projet des auteurs ;
- une analyse des rôles, des motivations et des contraintes des acteurs concernés : élèves, enseignants, chercheurs ;
- une analyse de la nature des activités destinées aux élèves ;
- une analyse des gains obtenus ou pressentis par les auteurs quant à la formation des élèves ;
- une exploration des questions liées à l'extension des expérimentations.

Nous commençons ci-dessous par discuter cette modalité d'analyse puis nous présentons l'étude de chaque projet. Enfin, nous présenterons nos conclusions quant aux caractéristiques des différents projets avant de conclure plus globalement sur les éléments que nous retenons de ces travaux.

Projet des auteurs

Avant d'en aborder des aspects plus particuliers, il est pertinent de présenter une synthèse du projet des auteurs. Nous décrivons leurs idées directrices et leurs motivations, les structures dans lesquelles les expérimentations ont lieu et leurs modalités générales ainsi que les cadres théoriques éventuellement utilisés.

[17] Pour une liste de dispositifs périscolaires, cf. (Andler 2009).

[18] Par souci de clarté, la liste est limitée aux auteurs principaux au sens où leur nom apparaît parfois seul dans certaines publications. Cependant, ces auteurs ont collaboré fréquemment avec d'autres et nous renvoyons le lecteur à la bibliographie et aux publications elles-mêmes pour les noms de leurs collaborateurs.

Rôles, motivations et contraintes des acteurs

Cet axe concerne les rôles, les motivations et les contraintes des acteurs de la transposition des activités de recherche que sont les chercheurs, les élèves et les enseignants.

Les moteurs de l'activité du chercheur professionnel et celle de l'élève sont différents du fait de la position de chacun dans son institution respective : la communauté des mathématiciens pour le mathématicien et la communauté scolaire pour l'élève. Les questions et les contraintes du professionnel des mathématiques et celles de l'élève sont, elles aussi, différentes. De plus, nous faisons l'hypothèse que les chercheurs en mathématiques n'ont pas tous la même activité mathématique, par exemple entre le début et la fin de leur carrière[19], mais aussi au sein même de leurs recherches[20]. On peut supposer qu'il s'agit aussi de transposer la motivation sinon le plaisir du chercheur dans son activité de recherche[21]. Cette motivation et ce plaisir peuvent, par exemple, être constitués par la découverte de résultats décisifs pour le développement de son champ de recherche et au-delà, par des présentations et des articles remarqués par sa communauté, par la richesse de ses relations au niveau international, par ses perspectives de carrière, etc. Nous parlons donc d'éléments qui s'inscrivent dans la durée. Que fait-on des temps de « panne » et de doute inhérents à chaque recherche ? Par conséquent, il est intéressant de voir comment cette transposition est assurée et légitimée, quels points sont retenus ou mis de côté.

Une autre question surgit très rapidement quand on pense à la transposition des activités de recherche dans la sphère scolaire : que faire du professeur ? Les diverses activités professionnelles des mathématiciens relèvent principalement d'une gestion par les pairs. Quelles sont les transitions requises par rapport à son rôle « habituel » ? Quelles sont les nouvelles pratiques et leurs conséquences ? A-t-il un rôle de directeur de recherches ? Une formation spécifique est-elle requise ?

Nature des activités de recherche proposées

Le chercheur travaille généralement sur des questions ouvertes, c'est à dire non encore résolues, d'où un fort potentiel de résistance mais aussi un fort potentiel de résistance dynamique assuré par la décomposition en plusieurs problèmes pouvant s'avérer plus accessibles. À l'inverse, dans une classe, la solution préexiste généralement à l'activité de l'élève et on rejoue souvent une pièce déjà jouée[22]. Chaque fois, cette pièce donne lieu à des interprétations différentes mais des constantes demeurent et il est possible que l'activité et l'implication des élèves ne s'en ressentent pas. Quels sont donc les choix faits par les auteurs quant aux situations qu'ils proposent aux élèves, à leur nature et à leur caractéristiques ? Quelles sont alors les raisons invoquées par les auteurs pour les justifier ?

Gains pour la formation des élèves

À propos des gains espérés pour la formation des élèves, nous souhaitons connaître les méthodologies retenues par les auteurs pour montrer la pertinence de leur approche. Quels sont alors les

[19] À titre d'illustration, citons le professeur René Thom : « *De toutes manières, il est bien connu qu'après 35 ans, un mathématicien ne peut plus rien faire de bon, et la coutume, la croyance traditionnelle est, je crois, assez largement fondée ; alors dans ces conditions autant faire autre chose que des mathématiques !* » (Nimier 1989, p. 102).

[20] Cette hypothèse dérive notamment de la lecture de (Burton et Morgan 2000 ; Jaffe et Quinn 1993 ; Thurston 1994).

[21] Cet aspect de l'activité du mathématicien est fréquemment évoqué dans (Nimier 1989).

[22] En référence au paradoxe sur le comédien (Brousseau 1998, pp. 78-80).

résultats obtenus quant aux connaissances et aux attitudes acquises par les élèves ?

Extension des expérimentations

Au-delà des expérimentations menées, les auteurs évoquent parfois les possibilités d'extension de leurs expérimentations, qu'elles aient été menées ou non. Quels sont alors les aspects évoqués, les problèmes résolus ou qui restent à résoudre ? Si ces considérations sont absentes, nous les évoquerons nous-mêmes.

Ayant précisé les questions que nous nous posons a priori sur les expérimentations déjà menées autour des activités RPP, nous allons maintenant présenter et discuter chacune des expérimentations citées plus haut en commençant par l'initiative MATh.en.JEANS.

4.2.2 MATh.en.JEANS

Projet des auteurs

L'initiative MATh.en.JEANS (Méthode d'Apprentissage des THéories mathématiques en Jumelant des Établissements pour une Approche Nouvelle du Savoir), comme la signification de cet acronyme le précise déjà, propose d'introduire « *de manière nouvelle la recherche mathématique en milieu scolaire*[23]*, non seulement comme élément de culture scientifique et de popularisation des mathématiques réelles, mais surtout comme principe actif et moyen privilégié d'apprentissage de mathématiques* » (Audin et Duchet 1991, p. 77)[24]. Plus largement, les auteurs déclarent que « *Sur le plan social, Math en Jeans est une invitation à transformer l'école et l'ébauche d'une méthode d'enseignement* » (ibid., p. 83). Ils précisent adopter « *la démarche d'une recherche-action face à une situation d'urgence, reportant à plus tard le point de vue de la réflexion scientifique* » et souhaitent « *prendre en compte toutes les dimensions des métiers de la recherche* » (ibid., pp. 85-86) avec l'idée de « *simuler à une échelle réduite le monde de la recherche* ». Ce dispositif prend sa place à la frontière de la sphère scolaire car il est proposé aux élèves, aux enseignants et aux chercheurs mais se déroule hors de la classe. Concrètement, le dispositif consiste à jumeler durant au moins une année scolaire des établissements et à organiser le travail des élèves autour de « *sujets de recherche* », notion que nous précisons plus loin. La première expérience MATh.en.JEANS a eu lieu « *lors de la relance de l'opération "100 chercheurs, 1000 classes" à l'occasion du cinquantenaire du CNRS en 1989, dont ce fut l'unique action en mathématiques* » (ibid., p. 81) et se poursuit encore en 2009[25].

Rôles, motivations et contraintes des acteurs

Ce dispositif essentiellement périscolaire se situe en dehors du temps normal de la classe et regroupe des élèves volontaires qui s'engagent pour l'année dans des groupes fixes, éventuellement de classes et de niveaux d'enseignement différents. Il nécessite l'engagement dans le dispositif d'au moins un enseignant par établissement et d'un chercheur pour chaque jumelage. Le rôle et

[23] En réalité, il s'agit d'activités périscolaires.

[24] Certains passages étaient en gras dans le texte original. De la même manière que pour les extraits suivants de cette publication, nous avons unifié la mise en forme de cet extrait, ce qui ne perturbe pas, selon nous, le sens du propos pour notre sujet.

[25] Un congrès a eu lieu en mars 2009. Cf. http://mathenjeans.free.fr/.

les interactions des acteurs sont décrits en détail dans (Duchet 1997) et (Audin et Duchet 1991). Nous reprenons ci-dessous un certain nombre d'éléments du rôle du chercheur, de l'enseignant et des élèves.

Le mathématicien (universitaire, ingénieur, chercheur,...)[26] est là pour témoigner, valider[27] qu'il s'agit d'une démarche de recherche en mathématiques : « *l'obstacle majeur fut l'absence de référence possible, pour les élèves, à une démarche de recherche authentique, telle que peut l'exemplifier un mathématicien professionnel* » (ibid.). Le chercheur fait donc des « *recentrages scientifiques* » mais tout en veillant à « *bien comprendre les envies des élèves, même si ce ne sont pas les siennes* » :

> *De manière complémentaire [au rôle de l'enseignant], c'est le chercheur qui contrôlera la mathématisation des sujets étudiés et la mathématicité des activités menées :*
> – *il favorisera l'émergence de pistes intéressantes ;*
> – *il apportera des documents, des concepts ou des informations utiles ;*
> – *il évaluera la pertinence des directions où s'engagent les recherches ;*
> – *il aidera à la stabilisation des résultats et des argumentations ;*
> – *il initiera progressivement aux exigences de la démarche scientifique et aux méthodes de la recherche.*
> (Duchet 1997, p. 4)

On déduit en particulier de ce qui précède que le chercheur doit être compétent dans les domaines abordés ou qu'il doit consacrer personnellement du temps pour pouvoir assurer sa mission, l'expertise dans son domaine de recherche pouvant ne pas lui suffire. Si le chercheur doit aussi avertir les élèves lorsqu'ils s'engagent dans une piste dans laquelle ils n'ont pas les outils mathématiques pour poursuivre, son implication doit, de plus, dépasser le simple cadre du suivi des travaux car il s'agit d'« *amener le chercheur à un effort militant pour la popularisation des mathématiques en direction des jeunes et pour la diffusion d'une image vivante de la recherche* » (Audin et Duchet 1991, p. 95, point 8). Le rôle « charismatique »[28] du chercheur est aussi requis : « *Nous avons aussi gardé en mémoire l'influence positive de l'image, de l'aura du chercheur* » (ibid., p. 81).

Les limites de l'action du chercheur et de l'enseignant sont précisées à plusieurs endroits : « *Les enseignants ont appris à se taire. [...] le prof était présent pour répondre à la demande des élèves, mais s'abstenait de donner des réponses, au sens habituel qu'un prof peut donner à ce mot* » (ibid., p. 82). puis « *Nous mettions [les élèves] sur une piste, nous leur proposions des directions qu'ils prenaient ou pas, nous leur indiquions des sources qu'ils consultaient ou pas, nous leur renvoyions d'autres questions. D'autres fois, nous allions à leur rencontre, posant nous-mêmes des questions, pour les obliger à affiner leur réponses, ou les amener à envisager des situations auxquelles ils n'avaient pas pensé ou pour lesquelles leurs réponses étaient incomplètes. Aidant les élèves à formuler leurs questions et leurs réponses, nous leur avons apporté un langage ; nous avons aussi donné quelques théorèmes*[29] *(sans démonstration) dont ils avaient besoin pour poursuivre l'étude de leur sujet* ».

[26]Cf. (Duchet 1997).

[27]Duchet parle de « validation externe à la classe ».

[28]Qualificatif de notre choix.

[29]L'auteur donne des exemples, en voici un : « *Les élèves de seconde qui avaient besoin de démontrer la convergence d'une suite, et qui avaient déjà des difficultés avec un raisonnement par récurrence ont admis qu'une suite croissante majorée est convergente* ».

À propos des sujets, les auteurs précisent que « *Les sujets, communs aux ateliers jumelés, sont proposés par le chercheur en concertation avec les enseignants* » (Duchet et Audin 2009, p. 350).

Si les professeurs et chercheurs peuvent être amenés à donner des outils aux élèves, ils ne leur font pas de démonstration[30]. Cependant et malgré les nombreux repères proposés pour l'enseignant et le chercheur, il reste quelques incertitudes sur l'étendue de leur action, au moins concernant ce dernier, puisque l'un des repères précise[31] : « *Expliquons pourquoi certaines pistes paraissent sans avenir, d'autres intéressantes. En coopération avec les enseignants, suggérons éventuellement d'autres approches ou outils, en expliquant leur pertinence et leurs limites [...] Orientons les activités en distinguant les questions centrales ou périphériques* » (ibid., p. 350). Ainsi, le degré d'intervention des enseignants ou des chercheurs peut sans doute devenir important quand il s'agit de maintenir l'activité des élèves.

Les rôles de l'enseignant et du chercheur peuvent se chevaucher, notamment au niveau du contrôle de la « mathématicité ». En plus de leur rôle d'encouragement[32], l'auteur écrit que :

> *Le rôle des enseignants, principaux animateurs de l'activité de recherche, est de favoriser l'émergence d'un discours mathématique dans les discussions, en particulier en montrant en quoi la communication et la compréhension y gagnent. Ainsi l'enseignant*
> – *veillera tout d'abord à l'intelligibilité des projets et des propositions (pour les élèves mais aussi pour lui-même !) en aidant concrètement à la formulation des idées des élèves.*
> – *attribuera ensuite un statut mathématique aux propositions des élèves, en justifiant son point de vue.*
> – *critiquera au besoin la cohérence logique des résultats proposés, en dégageant au passage les règles de l'argumentation et de la preuve mathématiques.*
>
> (Duchet 1997, p. 4).

Selon l'auteur, l'enseignant devient : « *selon l'expression de Y. Chevallard, "une aide à l'étude". [...] Exigeant de chaque résultat qu'il soit compréhensible par les autres, il en proposera des reformulations claires. Ce n'est qu'à partir d'un certain seuil de résultats accumulés qu'il aidera à donner une forme et un statut mathématique aux propositions émises. Le "débat scientifique", au sens de Marc Legrand, sera pour cela un outil particulièrement commode* » (ibid., p. 4). L'enseignant doit tenir un cahier de bord mais son utilisation n'est pas spécifiée.

Les élèves sont volontaires. Ils doivent suivre un certain nombre de règles listées dans (Duchet et Audin 2009, p. 358) qui visent à favoriser la liberté de leur recherche en groupes stables sur la durée d'une année. La dernière règle précise aussi que les règles peuvent être amenées à être modifiées. A

[30] « *Nous, professeurs et chercheurs, nous nous refusons à leur faire une démonstration. Nous leur donnons (quelquefois) des outils parce que l'avancement de leur travail exige qu'ils leur soient donnés. Mais il s'agit de leur démonstration, et ce sont alors eux qui nous demandent le soutien théorique dont ils ont besoin à ce moment là. Notre travail de "direction de recherche" consiste essentiellement à comprendre leur travail et à nous taire, en les provoquant à l'occasion pour (re)dynamiser leur activité* » (Duchet 1997, p. 10).

[31] Des repères pour l'enseignant, le chercheur et les élèves sont présentés dans (Duchet et Audin 2009, pp. 355-358).

[32] « *Plusieurs [élèves] risquent de se décourager (les "résultats" qu'ils obtiennent n'en sont pas à leurs yeux). Le rôle du prof est alors de les consoler, de les conseiller, de les assister psychologiquement mais surtout pas mathématiquement. Le prof peut tout au plus inviter au questionnement et à l'exploration. Il n'est pas là pour faire un cours – le chercheur non plus d'ailleurs –, même si les élèves apprécieraient le confort de cette situation, et peuvent la demander explicitement. En cas de situation vraiment bloquée, l'enseignant devrait pouvoir contacter le chercheur, au moins par téléphone, pour décider en commun de la marche à suivre* » (Duchet 1997, p. 8).

priori, chaque groupe doit tenir un cahier de recherche (ou cahier de bord) et garder ses brouillons. La recherche se pratique hors de la classe. On lit par exemple que : « *Hors de la structure classe, ils ont pratiqué un loisir, "faisant des maths comme d'autres font du tennis" [suivant l'expression d'un élève]. Ils ont fait des maths ensemble, acceptant de se tromper ensemble, de se faire contester ou rectifier par les autres, de donner des explications et de convaincre* » (Audin et Duchet 1991, p. 83).

Des rencontres de type divers sont organisées entre les élèves d'un même établissement et de différents établissements. Au sein d'un même établissement, il s'agit de réunions hebdomadaires qui durent entre 1h30 et 2h et qui sont consacrées à l'activité de recherche. Elles rassemblent un enseignant et les élèves qui travaillent par groupe de 3 à 5. Un congrès annuel de fin d'année, d'au moins 2 jours, permet la rencontre de toutes les équipes participantes entre elles mais aussi avec des chercheurs professionnels et un public extérieur. Pour le préparer ou en faire le bilan, 3 à 4 séminaires[33] annuels et inter-établissements, entre 3h et 6h chacun (Duchet et Audin 2009), sont organisés afin de regrouper les groupes d'élèves qui travaillent sur le même sujet de recherche. Le premier séminaire permet d'organiser la présentation des sujets par le chercheur, la consultation de documents écrits, des échanges entre les équipes qui travaillent le même sujet puis une présentation des travaux à l'ensemble des équipes du jumelage. Le deuxième et troisième séminaire bénéficient du « recentrage scientifique » du chercheur, visent à des avancées dans le travail mathématique et à la préparation du congrès. Par ailleurs, ce congrès est « *d'abord un objectif (obtenir de quoi exposer, et comment l'exposer) ; il devient ensuite une référence (écrire ce qui a été exposé, présenter son travail en tenant compte des discussions avec le public)* » (Duchet 1997, p. 9). À la suite du congrès, il s'agit concrètement de participer à l'écriture des actes du congrès et le quatrième et dernier séminaire est l'occasion de faire un bilan et d'évoquer les perspectives de travail. L'évaluation du travail effectué par les élèves se fait, d'une part, par le chercheur qui contrôle s'il s'agit bien de recherche en mathématiques et, d'autre part, par la présentation à d'autres élèves lors des réunions, des séminaires et du congrès : « *C'est une confrontation publique, une sorte de "soutenance" devant une communauté élargie, incluant d'autres élèves, d'autres enseignants, d'autres chercheurs et personnalités du monde mathématique, qui garantira le bien fondé mathématique des résultats obtenus, en évaluant leur pertinence et leur cohérence, et qui appréciera l'intérêt des perspectives ouvertes* » (ibid., p. 5).

[33] Dans l'hypothèse d'une durée de 6h, chaque séminaire s'organise généralement de la façon suivante : « *(1) (1 heure) séance plénière : présentation de la journée, exposé mathématique par le chercheur, sans lien direct avec aucun des sujets, répartition dans les salles de travail. (2) 2 séances (1 heure 30 ou 2 heures, chacune) de travail par sujets (les deux équipes des deux établissements sont réunies) ; le chercheur et les enseignants circulent dans les salles, en demandant aux groupes de se fixer des objectifs précis pour le prochain séminaire, et en préparant avec eux la séance plénière finale. (3) (30 minutes par groupe) : en séance plénière, devant tous les autres, exposé de 20 minutes environ, permettant ensuite une discussion, pour présenter le sujet, ce qui a été fait, ce qui a été obtenu, ce qu'on espère obtenir, comment on compte s'y prendre, etc. (4) (30 minutes) synthèse finale à chaud par le chercheur : bilan et perspectives pour le prochain séminaire* » (ibid., pp. 8-9).

Nature des activités de recherche proposées

Ce sont généralement, mais pas toujours comme on le verra plus bas, des situations ouvertes du point de vue scientifique[34]. Elles sont présentées sous la forme de « sujet sources »[35] accessibles aux élèves. Les sujets de recherche sont distingués des problèmes de recherche en ce sens qu'ils sont plus larges. Un « sujet source », parfois accompagné de « questions-sources » (Duchet et Audin 2009, p. 350), peut permettre de travailler plusieurs « problèmes cibles ». Les élèves choisissent, parmi les sujets proposés par le chercheur, ceux qui les intéressent et ces sujets deviennent, par le travail des élèves, par leur questionnement et par la lecture de documents apportés par le chercheur, des « problèmes cibles », c'est à dire des problèmes auxquels les élèves vont finalement s'attaquer, généralement à l'issue du premier séminaire.

Gains pour la formation des élèves

L'objectif annoncé de MATh.en.JEANS est l'acquisition d'une démarche de recherche et une initiation à la démarche scientifique en mathématiques. On trouve par exemple une construction de définition en CM2 dans (ibid., pp. 352-354). La formation à l'esprit critique est aussi évoquée : « *Le rôle, l'importance et le caractère positif d'une formation à l'esprit critique, poussant les élèves à exercer leur jugement sur leur propre niveau de compréhension, sont trop méconnus, comme sont largement sous-estimées les capacités créatrices des jeunes* » (Audin et Duchet 1991, pp. 79-80).

La méthodologie utilisée pour évaluer la pertinence du dispositif est essentiellement centrée sur l'évaluation, difficile à faire selon (Duchet et Audin 2009), du plaisir des élèves à l'aide d'un questionnaire qui concerne l'appréciation du dispositif (Audin et Duchet 1991). Les auteurs concluent des réponses obtenues et de l'attitude des élèves que ces derniers apprécient le dispositif mis en place.

Extension des expérimentations

Les fondateurs de l'initiative MATh.en.JEANS veulent constituer un réseau d'élèves, d'enseignants et de chercheurs (Duchet et Audin 2009, p. 354). À cet effet, ils ont créé en 1989 l'Association pour la promotion et le développement de l'opération MATh.en.JEANS (l'AMeJ) qui peut éventuellement aider, financièrement ou non, directement ou non, les établissements qui souhaitent

[34]Duchet cite N. Barbichon (1986). Le métier de chercheur, ses liens avec celui d'enseignant. *Dialogues. Revue du Groupe Français d'Éducation Nouvelle* 57. Non consulté.

« *Nous proposons de distinguer entre 'chercher dans le savoir établi' et 'chercher dans le champ de l'ignorance'.*

- *Chercher dans le savoir établi, c'est être sûr, ou en tout cas convaincu, que ce qu'on cherche existe ; une telle posture est dominante lors d'exercices, de travaux pratiques ou de travaux dirigés en classe, et dans les acceptions les plus courantes de l'expression "résolution de problème" (où, le plus fréquemment, la solution est connue du maître).*
- *Chercher dans le champ de l'ignorance est, à l'opposé, le trait dominant de la recherche scientifique ; il est aussi le fait d'un étudiant ayant par rapport à une situation problématique une activité sans a priori : ni sur les outils utiles à son étude, ni sur les gestes à accomplir, ni sur les réponses possibles, ni sur la vérité de ses assertions*

» (Duchet 1997, p. 3).

[35]Parmi les sujets de recherche extraits de (ibid.), on trouve par exemple : Paris et New York sont-ils les coins d'un carré ? Quelles figures peut-on carreler avec des dominos ? Y a-t-il autant de points dans $]0,1[$ que dans $[0,1]$? Combien de pointes peut-on obtenir en coupant un cube de bois une centaine de fois ? Au niveau du CM2, on trouve la situation consistant à déterminer, sans les tracer, le nombre nécessaire d'allumettes pour construire un échiquier de taille variable et ayant un trou et son périmètre en unités d'allumettes (Duchet et Audin 2009, p. 353).

participer. Malgré plusieurs soutiens instutionnels[36], les auteurs font des hypothèses sur les principaux freins à la diffusion du dispositif (ibid.) : le coût financier, l'investissement des chercheurs et des enseignants.

Les statistiques de participation entre 2004-2005 et 2007-2008 permettent d'observer des progressions annuelles successives de $+33\%$, -11%, $+13\%$ avec des effectifs d'élèves compris environ entre 480 et 640 (Grihon 2009*b*)[37]. Les établissements sont très majoritairement des collèges et des lycées, de l'ordre de 60 à 70 établissements, mais, selon les années, on peut aussi trouver une MJC, une école ou des établissements universitaires. En 2008-2009, quatre ateliers sont organisés à l'étranger.

Dans le même Bulletin Vert de l'association de l'APMEP comprenant (Duchet et Audin 2009), on trouve aussi quelques contributions d'enseignants dont l'enthousiasme explique probablement en partie la relative diffusion de MATh.en.JEANS. On apprend aussi de ces contributions (1) que les situations proposées ne sont pas toujours aussi ouvertes ou en lien avec les recherches actuelles que l'annoncent les fondateurs, avec des « échecs » ou des « réussites » relatives, et (2) que les enseignants sont parfois obligés d'aider les élèves plus que prévu. Concernant ces deux aspects, on lit par exemple dans (Grihon 2009*a*) que : « *[...]outre le fait que les sujets ouverts accessibles à des élèves ne sont pas nombreux, ils peuvent s'avérer décevants si les élèves se trouvent trop vite à court d'inspiration et qu'il soit alors nécessaire de les aider pour sauver l'année.* ». Ainsi, les choses ne sont pas toujours aussi simples que l'annoncent les auteurs. Par ailleurs, des tentatives d'intégration dans la classe n'ont pas donné entière satisfaction[38] mais l'auteur reste cependant confiant et cherche à adapter le dispositif : un thème de recherche unique, articulation entre recherche et formation, problématique de recherche comme principe organisateur de l'enseignement dispensé, séparation explicite des temps de recherche, de débat, de présentation des savoirs et d'organisation des connaissances, etc. Par ailleurs, il précise aussi que « *de telles formes de travail demandent un investissement important* » mais que c'est aussi le cas d'autres dispositifs (Duchet 1997, p. 11).

Synthèse sur le modèle MATh.en.JEANS

L'initiative MATh.en.JEANS est donc une initiative de type « club de mathématiques » basée sur le volontariat des élèves, des enseignants et des chercheurs, qui s'inscrit à la frontière de la sphère scolaire durant une année scolaire. Elle cherche à développer la formation à la démarche scientifique des élèves en tentant de reproduire le fonctionnement de la sphère scientifique par un dispositif, relativement complexe, coûteux en temps et en gestion, qui vise notamment la tenue d'un congrès réunissant en fin d'année scolaire les différents acteurs. Les situations de recherche sont

[36]L'AMeJ bénéficie du soutien du Ministère de l'Éducation National, du CNRS, de l'APMEP, de la SMF et du Palais de la Découverte (cf. http://mathenjeans.free.fr, consulté le 30 juin 2009).

[37]L'auteur évoque la présence prévue de 800 élèves au congrès mais on ne sait pas s'ils participent tous aux ateliers. Ceci correspondrait à une progression annuelle de 25%.

[38]« *À la lumière des expériences passées, il semble plus difficile d'amener tous les élèves non-volontaires*[39] *à une démarche autonome de découverte et de recherche active en mathématiques. En effet, un des moyens efficaces que se donne le dispositif MATh.en.JEANS est l'effet de rupture d'avec le contrat classique de la classe : les élèves sont volontaires pour "essayer autre chose". Que faire alors pour animer une activité de recherche en classe (ou en module, en activité dirigée...) en escomptant des effets analogues à ceux de MATh.en.JEANS ? Notre réponse à cette question est encore partielle. Nous avons observé*[40] *que la simple insertion d'un atelier obligatoire d'inspiration MATh.en.JEANS dans le temps de la classe ne donnait pas tous les résultats espérés (même avec les élèves qui, a priori, auraient été volontaires pour une telle expérience)* » (Duchet 1997, p. 10).

proposées sous la forme de « sujets sources » par le chercheur et sont basées sur des problèmes généralement ouverts du point de vue scientifique. La présence de représentants de la communauté scientifique est requise pour assurer la « mathématicité » et la scientificité des travaux des élèves autour de « problèmes cibles » qu'ils définissent eux-mêmes à partir des « sujets sources » proposés. Dans ce dispositif, le rôle de l'enseignant est appelé à être davantage une « aide à l'étude », ce rôle pouvant parfois chevaucher partiellement celui du chercheur, bien que ce dernier soit davantage mis en avant, dans le contrôle de la mathématicité. Aucune démonstration n'est donnée aux élèves mais, à la demande des élèves, certaines « pistes » peuvent être données par le chercheur ou l'enseignant. Ceci peut faire craindre des effets similaires à l'effet « Topaze »[41] mais ils ne sont pas évoqués. Enfin, l'intégration de ce dispositif dans la classe peut nécessiter de fortes modifications des pratiques de l'enseignant et n'ont pas encore donné satisfaction aux auteurs.

4.2.3 Le modèle des SiRC

Projet des auteurs

Le modèle des « situations de recherche en classe » (SiRC) (Grenier et Payan 2002 ; Grenier et Payan 1998) fonctionne depuis le début des années 80 dans les ateliers MATh en JEANS et il est étudié d'un point de vue théorique depuis 2000 dans le groupe SIRC constitué de chercheurs de différents laboratoires et d'enseignants du secondaire (Grenier et Payan 2002, p. 190). Cependant, des expérimentations sont aussi menées au niveau de l'école primaire (Grenier à paraître). Les auteurs notent :

> *Alors que le point de vue constructiviste sur l'apprentissage est assez partagé, paradoxalement, la plupart des acteurs du système éducatif – élèves, enseignants, inspecteurs, conseillers pédagogiques, mais aussi chercheurs en éducation ou en didactique – ne sont qu'exceptionnellement, pour ne pas dire jamais, en position de construction de savoir. Nous parlons ici du savoir disciplinaire qu'ils sont censés apprendre, transmettre ou dont ils étudient les conditions d'apprentissage* (Grenier et Payan 2002, introduction, p. 189).

Partant du fait que « *le savoir scientifique se construit dans le domaine de la recherche* » (ibid., p. 189), les auteurs veulent « *étudier les possibilités d'existence et de fonctionnement d'organisations didactiques*[42] *autour de situations de recherche* », ce qui les amènent à poser la question des « *savoirs à transmettre, au sens large* » et celle des « *savoirs* “durables” *c'est à dire qui perdurent au delà de la scolarité chez les non professionnels des sciences* ». Il s'agit donc d'une initiation à la recherche mathématique pour des élèves susceptibles de ne pas devenir des professionnels de la recherche. Parmi les savoirs à transmettre, les auteurs en désignent certains de « transversaux », c'est à dire « *intervenant dans de nombreux domaines mathématiques et concernant des termes tels que expérimentation, conjecture, argumentation, modélisation, définition, preuve, implication, structuration, décomposition/recomposition, induction...* » (ibid., p. 190). Ils en précisent certains contours dans le cadre de la théorie des situations didactiques[43] sous la forme du triplet « *(Ques-*

[41] Cf. (Brousseau 1998, pp. 52-53).

[42] L'expression « organisation didactique » était en gras dans le texte original ainsi que d'autres dans cette publication. Nous avons unifié la mise en forme de cet extrait ainsi que des suivants.

[43] Il n'y a pas de référence concernant cette théorie mais tout dans l'article porte à croire que l'on pourrait ici renvoyer le lecteur à (Brousseau 1998).

tion, Conjecture, Preuve) » (ibid., p. 195) dont les éléments peuvent constituer les invariants d'une situation a-didactique. Si les auteurs se sont heurtés à la question des rétroactions d'une situation a-didactique qui mettrait en jeu le triplet QCP, l'évaluation de la réussite d'une SiRC revenant finalement pour une bonne part à l'enseignant (ibid., critères de réussite pour l'élève et pour l'enseignant, p. 196), ils semblent aujourd'hui avoir trouvé des situations relativement robustes (Grenier à paraître). Cependant, il semble aussi que ce soit toujours à l'enseignant de reconnaître le triplet QCP dans l'activité de l'élève et le caractère « *fort* » d'une conjecture. Ils précisent aussi : « *Une difficulté méthodologique que nous avons rencontrée est la suivante : les savoirs transversaux ont leurs fondements en dehors de l'institution scolaire (ils ne sont pas enseignés à l'école), comment étudier de plus près leur "vie" en classe : d'autre part, une approche anthropologique des SiRC est difficile, parce qu'elle devrait se fonder sur une analyse de pratiques dans des institutions auxquelles nous n'avons pas accès* » (Grenier et Payan 2002, p. 201). Pour les auteurs, « *ces savoirs* "transversaux" *ne sont guère plus disponibles que les savoirs notionnels, même au niveau de l'université* ». Constatant que ce sont pourtant des « *objectifs constants déclarés* "essentiels" *depuis plusieurs réformes des programmes dans l'enseignement secondaire et que, d'autre part, les propositions des manuels*[44] *et les pratiques usuelles des enseignants*[45] *sont très en retrait par rapport à ces objectifs* », les auteurs énoncent alors « *l'hypothèse qu'il y a une difficulté intrinsèque à réaliser ces objectifs en classe* ». Ils en donnent pour preuve un portrait du chercheur en situation de recherche et de découverte de nouvelles mathématiques[46].

Rôles, motivations et contraintes des acteurs

L'élève est mis en position de chercheur dans le sens où il produit quelque chose de nouveau, pas seulement pour lui. Ses résultats sont des conjectures, la résolution de cas particuliers, des contre-exemples, des questions nouvelles, etc. et les auteurs écrivent que les productions des élèves peuvent presque être publiables (ibid., p. 196).

Quant à l'enseignant, le modèle SiRC nécessite qu'il gère la situation, qu'il ait lui-même eu auparavant une pratique de recherche – il doit détenir lui-même les savoirs transversaux visés – et qu'il soit formé à la gestion de ces situations (ibid., p. 196). Il évalue l'activité de l'élève par « *l'avancée dans la résolution du problème et aussi par rapport aux objectifs d'apprentissage, les savoirs transversaux* ». Cependant, le côté opérationnel est peu évoqué, par exemple à propos du problème de l'évaluation individuelle des avancées des élèves. Les auteurs précisent par contre que « *les notions mathématiques susceptibles d'apparaître comme des outils de résolution peuvent être fournies par l'enseignant* » (ibid., p. 196) mais ils ne précisent pas les critères qui pourraient déclencher son intervention ni le risque d'effet « Topaze ». À propos de l'enseignant, les auteurs précisent que « *pour le pôle recherche, [la position de l'enseignant] est plus proche de celle de l'élève que dans une situation classique, car il n'est pas nécessairement détenteur des solutions du problème* » (ibid., p. 196). Nous en concluons que l'enseignant peut donc être détenteur de certaines

[44] Les auteurs se réfèrent à (Grenier et Payan 1998) qui comprend une étude centrée sur l'écologie de la preuve et des mathématiques discrètes dans les manuels et les programmes scolaires.

[45] Les auteurs ne donnent pas de référence à ce sujet.

[46] « *En situation de recherche, le chercheur peut, et doit, pour faire évoluer sa question, choisir lui-même le cadre de résolution, modifier les règles ou en changer, s'autoriser à redéfinir les objets ou modifier la question posée. Il peut momentanément s'attaquer à une autre question si cela lui semble nécessaire. C'est à ce type de pratique (praxis pour la résolution d'une question) que nous souhaitons confronter l'élève. Il nous semble que cette pratique non seulement n'est pas usuelle en classe, mais plutôt interdite à l'élève la plupart du temps* » (Grenier et Payan 2002, pp. 190-191).

solutions d'autant que ses propres recherches et ses expériences précédentes peuvent l'amener à devancer les élèves sur des solutions plus ou moins partielles.

Le chercheur n'a a priori pas de place clairement prévue en classe dans le discours des auteurs mais il peut être présent puisqu'ils parlent, à propos des SiRC, d'un « *vrai enjeu social de production mathématique, même s'il est local (groupe + professeurs + chercheur)* » (Grenier et Payan 2002, p. 197).

Les modalités de travail des acteurs peuvent plus ou moins se déduire des dispositifs de type « débat scientifique » que nous présentons plus loin, mais elles sont à peine évoquées par les auteurs : « *dispositifs de travail individuel et en groupe, rapports de recherche, et dispositif d'institutionnalisation* ».

Nature des activités de recherche proposées

Les auteurs retiennent 5 critères pour définir une SiRC (cf. ibid., pp. 191-192) :

- Elle s'inscrit dans une problématique de recherche professionnelle : proche d'une question non résolue.
- La question initiale est facile d'accès. Les auteurs proposent notamment une situation de pavage utilisée du CM1 à la première année d'université (Grenier et Payan 2002 ; Grenier et Payan 1998).
- Des stratégies initiales existent.
- Plusieurs stratégies d'avancée sont possibles.
- Une question résolue renvoie très souvent à une nouvelle question. La situation n'a pas de « fin ». Il n'y a que des critères de fin locaux. Étudiant des problèmes ouverts de (Arsac et al. 1991), les auteurs notent qu'il leur manque ce caractère. De notre point de vue, il faudrait nuancer cette appréciation en disant qu'une situation de « problème ouvert » peut certes avoir une fin mais qu'elle peut aussi faire naître d'autres questions lors des recherches et des débats des élèves. Ainsi, la fin n'est pas autant programmée qu'on pourrait le croire.

Le caractère « social » du modèle SiRC est évoqué : « *Dans une SRC, il peut y avoir un vrai enjeu social de production mathématique, même s'il est local (groupe + professeur + chercheur)* » (Grenier et Payan 2002, p. 197). À propos de l'adéquation des SRC avec les savoirs scolaires, les auteurs envisagent 3 cas (ibid., pp. 197-198) : (1) pas de rapport particulier entre une SiRC et le curriculum, ce qui nécessite la négociation d'un « *contrat très particulier* »[47] avec les élèves, (2) en lien avec les savoirs du curriculum et la SiRC donne du sens à ces savoirs[48], (3) les savoirs sont outils de résolution de la SiRC mais les auteurs se posent la question du maintien du caractère « recherche » qui va alors à l'encontre de leur définition d'une SiRC.

On voit ici que l'ensemble des potentiels d'une activité RPP sont abordés et, dans le point (3) ci-dessus, que les auteurs n'envisagent apparemment pas qu'une SiRC soit une activité ONT.

Gains pour la formation des élèves

Les auteurs se préoccupent essentiellement des aspects de formation qui concernent les mathématiques et décrivent la pertinence de leur approche : « *De fait, notre recherche expérimentale le*

[47] « *Aucune connaissance n'est a priori interdite, ni obligatoire ; une stratégie qui s'avère être une impasse doit être gérée sans autorité précoce* ».

[48] Les auteurs évoquent le travail de thèse de Denis Gardes sur le *problème long* en terminale scientifique.

confirme, il y a des apprentissages en jeu, et ce sont ceux qui sont constitutifs de toute activité de recherche mathématique : l'argumentation, l'activité de conjecturer, celle de structurer (un objet), la preuve, la modélisation [...]. C'est ce qui donne une légitimité institutionnelle à ces situations : il y a bien des apprentissages et ils font partie de ceux prévus par les programmes. Il y a aussi des savoirs notionnels qui sont en jeu : nos analyses didactiques [...] montrent qu'on peut rattacher chacune d'elles à un ensemble de notions mathématiques. Elles vont constituer des "points d'ancrage notionnels" pour l'enseignant » (ibid., p. 195).

Cependant, la méthodologie utilisée et les résultats afférents ne sont pas précisés. Les auteurs évoquent de la même manière la transposition du concept de preuve à des domaines « extérieurs » aux mathématiques tels la philosophie[49].

Extension des expérimentations

Dans les documents consultés, les chercheurs restent essentiellement dans leur problématique de recherche et évoquent uniquement la nécessité d'une formation des enseignants à la recherche et à la gestion des SiRC (Grenier et Payan 1998, p. 196). Les liens des SiRC proposées[50] avec les programmes scolaires (notions et « savoirs transversaux ») légitiment en partie leur place dans la classe. Le travail de (Ouvrier-Buffet 2006) constitue une extension théorique et expérimentale des travaux menés autour des SiRC. Elle a notamment consisté, avec succès, à concevoir, à mettre en oeuvre et à analyser des situations de construction de définitions (SCD).

Synthèse sur le modèle des SiRC

Conformément aux programmes, le modèle SiRC (situation de recherche en classe) vise donc à modifier un rapport des apprenants à l'activité mathématique et à la démarche scientifique qui, selon les auteurs, n'est actuellement pas pertinent, dans les manuels et les pratiques des enseignants, par rapport à la réalité qu'ils décrivent d'un chercheur en situation de recherche. Les auteurs pensent aujourd'hui avoir trouvé les conditions d'existence de situations a-didactiques fondamentales qui mettraient en jeu des savoirs transversaux tels le triplet (Question, Conjecture, Preuve). Cependant, l'évaluation de l'apprentissage de ces savoirs reste encore pour l'instant du côté de l'enseignant, ce qui demande notamment qu'il ait lui-même pratiqué la recherche et qu'il soit formé à la gestion des SiRC. Si nécessaire, il peut aussi amener des outils mathématiques. Cependant, dans les textes consultés, les auteurs ne développent pas d'organisation didactique spécifique. Ils l'évoquent en quelques mots seulement en se référant au « débat scientifique » de Marc Legrand que nous présentons maintenant.

[49] « *Nous avons choisi de nous intéressser plus spécialement à la preuve parce qu'elle joue un rôle central dans l'apprentissage des mathématiques, mais aussi parce que ce concept est transposable à l'ensemble des démarches scientifiques et à bien d'autres domaines de la pensée comme par exemple la philosophie* » (Grenier et Payan 1998, introduction de la section « Éléments d'écologie de la preuve en classes de quatrième, troisième et seconde », p. 75).

[50] D'après les exemples consultés, les SiRC sont essentiellement liées au domaine des mathématiques discrètes. Les liens avec les programmes scolaires sont particulièrement bien explicités dans (Grenier et Payan 1998 ; Grenier à paraître).

4.2.4 Le débat scientifique en situation de cours

Projet de l'auteur

Marc Legrand promeut le « *débat scientifique en situation de cours* ». Comme cette expression le met déjà en évidence, ce dispositif met davantage en valeur le *potentiel de débat* des situations mathématiques, et plus largement scientifiques[51], même si leur *potentiel de recherche* n'est pas exclu pour autant : « *Du point de vue didactique, il est donc important que le débat ait lieu et soit riche, non pas tant par les propositions scientifiques qui pourront être instrumentalisées (et qui sont néanmoins fondamentales) que par les prises de conscience que l'analyse réflexive permettra de faire sur les cheminements scientifiques et les démarches de pensée qui ont conduit à ces résultats* » (Legrand 1988, p. 398). L'auteur appuie son projet sur le fait[52] que les élèves ne rentrent pas forcément d'eux-mêmes dans la logique du débat scientifique et rappelle qu'ils peuvent par exemple traiter des contre-exemples comme des exceptions à une conjecture sans remettre en cause cette conjecture. L'auteur explique cette situation par l'existence de deux rationalités, celle du quotidien et celle des mathématiques, et, pour lui, il s'agit avant tout de montrer aux élèves l'intérêt propre de la rationalité mathématique. Il propose pour cela un dispositif particulier qui consiste à proposer des problèmes principalement situés dans la rationalité quotidienne puis à amener les élèves à énoncer des conjectures. Les débats entre pairs, les exemples et les contre-exemples, la nécessité de définir les objets et les concepts afin de permettre le débat, permettent progressivement de passer, de manière nécessaire aux yeux des élèves, avec l'aide de l'enseignant, du monde de la rationalité quotidienne au monde de la rationalité mathématique ou tout au moins scientifique. Il écrit : « *il ne suffit pas de faire travailler les élèves ou les étudiants sur des problèmes "scientifiques" [...] pour que la confrontation des rationalités se produise* » (ibid., p. 386) et conclut (p. 387) à la nécessité de créer un « *dispositif didactique qui permette le fonctionnement simultané et la confrontation explicite et réflexive dans la classe ou l'amphi des deux rationalités précédentes, de façon à ce que progressivement l'élève puisse passer de l'une à l'autre, non pas par conformisme scolaire et par suite avec perte de sens, mais par un assujetissement volontaire aux règles du fonctionnement scientifique quand la nature et la formulation du problème autorisent un tel traitement* ».

Pour l'auteur, ce dispositif ne peut vivre dans l'école telle qu'elle est[53], il parle d'une « *obligation épistémologique* » de « *faire fortement intervenir une communauté scientifique dans la classe* » (ibid., p. 368). Il s'agit pour lui de créer une institution dans la classe dans laquelle le rapport aux

[51]L'auteur dit qu'« *il n'y a pas une mais des communautés scientifiques de référence suivant les problèmes abordés, communautés dont nous reconnaissons volontiers que les modes de validation sont disctincts et ont été en évolution constante au cours du temps en fonction des problèmes abordés et des obstacles rencontrés. Il n'y a donc pas un, mais des débats scientifiques, de la même façon qu'il n'y a pas une démonstrations mais des classes de démonstration mathématique* » (Legrand 1988, p. 388).

[52]En référence notamment au travail de thèse de N. Balacheff (1987).

[53]« *Il est clair que le temps nécessaire pour que se produisent les atermoiement significatifs et constitutifs de la démarche scientifique ne peut se dégager si on reste dans l'unique système de valeurs de l'institution scolaire, institution qui ne peut pour des raisons de fonctionnement interne valoriser de telles pratiques. [...] Cette communauté scientifique idéale que nous introduisons est actuellement à mon sens la seule institution qui puisse donner un caractère officiel au fonctionnement nécessairement erratique des raisonnements scientifiques naissants chez les élèves. Le rapport explicite à des pratiques officielles que permet sa présence dans le quotidien de la classe, s'il ne garantit pas à lui seul le fait "d'apprendre", est néanmoins un élément constitutif indispensable à l'amélioration du rapport personnel : il faut que ce qu'on "apprend" soit idoine (et reconnu comme tel) à ce qui se pratique officiellement quelque part !* » (ibid., pp. 398-399).

objets de savoirs est plus conforme au rapport qu'entretiennent les mathématiciens avec les mathématiques. Il justifie cette obligation par le fait que l'activité mathématique souvent observée dans la classe[54], si elle est conforme à l'institution *école*, est « *diamétralement opposée* » aux pratiques chaotiques des mathématiciens, pratiques dont il précise qu'elles sont « *inévaluables et donc irrecevables dans les contrôles et les examens* » (ibid., p. 369). L'auteur affirme donc la nécessité d'une communauté « *idéalisée* » et d'un débat scientifique au sein de la classe, objets qu'il qualifie de « *créations artificielles* » (ibid., p. 388). Cependant, l'expression « *communauté scientifique idéalisée* » n'est pas, selon nous, définie clairement. En effet, il peut notamment s'agir (1) d'un ou plusieurs chercheurs qui viennent dans la classe, (2) de la communauté formée par les élèves, un ou des chercheurs qui viennent dans la classe, (3) des élèves et de l'enseignant qui à l'aide des modalités proposées recréent une sorte de communauté scientifique au sein de la classe.

Rôles, motivations et contraintes des acteurs

Nous venons de noter que l'expression « communauté scientifique » n'est pas clairement définie mais les écrits de l'auteur peuvent au moins laisser penser que, dans son projet, seul un chercheur, qui peut probablement être aussi enseignant, peut garantir le caractère idoine de ce projet avec la pratique de recherche scientifique. Cependant, d'autres publications telle que (Legrand 1995) destinées aux enseignants n'évoquent pas ce point.

Les élèves, a priori dans un environnement de classe presque ordinaire – du fait de l'introduction d'une communauté scientifique idéalisée –, sont placés devant la résolution d'un problème présenté dans la rationalité quotidienne et les échanges entre pairs, avec l'aide du chercheur, vont les amener sur le terrain de la rationalité scientifique. Au fur et à mesure de l'avancée de leur travail, les élèves sont censés accepter les règles du débat mathématique, et notamment s'assujettir à la règle essentielle du contre-exemple et à la nécessité de définir les objets dont ils parlent, à la manière des mathématiciens[55]. C'est la garantie de la cohérence épistémologique du dispositif.

Les premières formulations des élèves sont assez libres puis, au cours des discussions, les règles de forme deviennent plus contraignantes... « *un contre-exemple suffit* » (Legrand 1988, p. 393). Il y a d'autres enjeux car les énoncés exacts vont devenir des théorèmes de cours dont il faudra se souvenir[56] et éventuellement réinvestir. La règle du contre-exemple contraint les débats de validation et oblige notamment à la définition précise des objets manipulés.

Pour ce que nous en avons compris, les enseignants dans leur classe pourraient assurer le « nouveau » rôle que Marc Legrand souhaite leur attribuer[57]. Ce dernier questionne la faisabilité de cette

[54] L'auteur ne donne pas de référence sur ce point.

[55] « *La proposition qui est faite aux élèves ou aux étudiants d'accepter, dans le débat de formulation et de validation des conjectures, de s'assujettir à respecter les règles de la communauté mathématique (obligation de définir assez strictement de quoi on parle, obligation de se soumettre devant la production d'un contre-exemple) est négociée avec la classe ou l'amphi comme garante d'une forte contrepartie épistémologique (forte tout au moins pour les esprits pratiques qui refusent tout assujettissement à des règles formelles tant qu'ils n'en mesurent pas les raisons) : les mathématiciens se seraient donné par ces règles très strictes les moyens nécessaires à la construction d'une théorie suffisamment universelle pour que les autres sciences l'utilisent et la nourrissent de nouveaux problèmes.* » (ibid., p. 391).

[56] L'auteur note qu'il faudra aussi se souvenir des énoncés faux car ils peuvent réapparaître dans l'action (p. 393).

[57] Nous avons aussi consulté le diaporama utilisé par Marc Legrand aux journées nationales d'Orléans de l'APMEP (2004, http://www.apmep.asso.fr/IMG/pdf/conference_Legrand.pdf). Dans cette assemblée, le discours s'adresse à des enseignants de mathématiques et aucune référence spécifique n'est faite concernant leur formation. L'auteur y prône, dans l'esprit du débat scientifique, essentiellement des changements de pratique d'enseignement et conclut en évoquant des liens avec la « pratique sociale de la vérité » que nous ne reprenons pas ici par manque d'information.

attribution sans pousser plus loin la réflexion en termes de formation : « *Va-t-il être pédagogiquement possible de transmuer cette identité institutionnelle de garant du vrai et du faux en celle de garant du fait que "la classe travaille bien sur les objets de savoir officiels et que la façon dont on les manipule est idoine aux rapports institutionnels"* » (Legrand 1988, p. 393).

Nature des activités de recherche proposées

Ce sont des « *activités de formulation de conjectures et des débats de validation d'un type particulier* » (ibid., p. 380), mais plus précisément aussi des activités de définition des objets dont on parle, d'utilisation de contre-exemples (p. 391). Les exemples consultés[58], montrent que les situations sont souvent proches de préoccupations « quotidiennes » et présentées sans formalisme mathématique.

Gains pour la formation des élèves

L'objectif principal du projet « débat scientifique » est de permettre aux élèves de distinguer rationalité mathématique et rationalité quotidienne et de mieux comprendre les intérêts propres de chacune de ces rationalités. Il s'agit aussi plus précisément de : « *[...] faire apparaître par la diversité des situations la démonstration mathématique comme une méthode de travail permettant suivant les cas (a) de découvrir le résultat, (b) de découvrir de quoi on parle, (c) de se convaincre et convaincre les autres que les choses ne peuvent être autrement que ce que l'on a déclaré sous forme de conjectures, (d) d'apporter un éclairage sur la raison des choses* » (ibid., p. 380).

Pour l'auteur, ce dispositif cherche aussi en particulier à donner une réponse plus satisfaisante à la question des élèves[59] de l'intérêt des mathématiques qui aille au-delà des « *affirmations générales du type "les mathématiques servent partout !" ou encore "les mathématiques forment l'esprit"* » (Legrand 1989). Selon lui, ces réponses sont perçues comme des « *provocations par ceux qui éprouvent du mal à les comprendre* » et il ajoute que « *les réponses plus précises qui tentent d'expliquer le rôle de la rigueur dans telle ou telle application [...] sont en général très peu convaincantes pour l'élève qui n'est pas déjà entré dans une problématique scientifique* » (ibid.).

L'auteur ne détaille pas de modalité particulière pour évaluer les effets des activités menées.

Extension des expérimentations

L'auteur ne rentre pas dans les détails sur ce point. Il préconise principalement l'inscription dans la durée des nouvelles pratiques (Legrand 1988, pp. 399-400) et demande aux enseignants une réflexion en profondeur sur leur épistémologie (Legrand 1995).

Synthèse sur le projet « débat scientifique »

Pour le promoteur de ce projet, il s'agit essentiellement d'aborder l'enseignement des mathématiques par le biais d'un nouveau contrat didactique avec les élèves. Ceci passe par des débats initiés par un problème souvent situé dans la rationalité quotidienne. Ces débats vont, de par les échanges entre pairs, de par l'émission de conjectures, d'exemples et de contre-exemples, de par

[58] Il s'agit par exemple de la situation « Circuit » dans (Legrand 1990) et des situations « blue-jean » et « vitesse du cycliste » dans (Legrand 1995).

[59] Dans (ibid., pp. 118 et suiv.), il s'appuie en partie sur son expérience personnelle en tant qu'élève.

les définitions des objets dont parlent les pairs, de par aussi l'aide de l'enseignant qui rappelle les règles du débat scientifique, permettre aux élèves de passer d'une rationalité quotidienne à une rationalité scientifique. L'enseignant, dont ne sait pas vraiment s'il doit être un chercheur, est présent pour rappeler les règles du débat mathématique, aider les élèves à passer d'une rationalité à l'autre et à en comprendre les intérêts propres.

4.2.5 Modèle des ARM

Projet de l'auteur

L'initiateur des *Ateliers de recherche en mathématiques* (ARM), Pierre Eysseric, souhaite « *transposer dans les classes de l'école primaire un style de travail, celui des chercheurs en mathématiques* » (Eysseric 2002, p. 7) et son objectif à terme pour les ARM « *est de faire évoluer l'image que les enfants ont des mathématiques et de leur permettre d'aborder dans un autre état d'esprit les apprentissages plus classiques* » (ibid., p. 9). Ce dernier point est travaillé toute l'année et l'auteur précise que : « *[...] "Est-ce bien de la recherche ? Sont-ce des mathématiques ?" Ces deux questions reviendront sans cesse dans la bouche de l'enseignant comme dans celle des enfants. Par un processus analogue à celui fonctionnant chez les personnages mis en scène par Imre Lakatos dans Preuves et réfutations au sujet des polyèdres convexes, les enfants vont, tout en pratiquant la recherche en mathématiques, faire évoluer leur définition de celle-ci* » (ibid., p. 10).

Cette expérimentation a débuté en 1991/1992 avec une soixantaine d'élèves du cycle 3 d'une école primaire. Elle a ensuite concerné jusqu'à 30 classes et donné lieu, dès le départ et durant plusieurs années, à des formations d'enseignants en lien avec l'association *Maths en stock*. Pour décrire le dispositif, l'auteur utilise une métaphore de cercles concentriques « *centrés sur l'élève (ou le chercheur)* » (ibid., pp. 7-9). Le premier cercle est constitué par l'enfant et son sujet de recherche. Le deuxième cercle – analogie avec des collègues de laboratoire – comprend deux ou trois élèves qui ont le même sujet de recherche ou qui discutent librement entre eux, les élèves pouvant aussi travailler seuls. Le troisième cercle est la classe c'est à dire les élèves et leur enseignant – analogie avec le laboratoire et son directeur de recherche. Le quatrième cercle, « extérieur à la classe », était, à l'origine, constitué d'un chercheur « *garant de la qualité mathématique des travaux réalisés et ainsi [pouvait] autoriser leur publication* » mais l'auteur précise que « *dans la pratique les choses se sont passées souvent différemment, ce quatrième cercle se traduisant surtout par la publication, la communication hors de la classe des travaux de recherche des enfants* ». Le cinquième cercle est constitué par « *le congrès annuel des enfants chercheurs* ».

Rôles, motivations et contraintes des acteurs

L'élève, en classe et dans le cadre d'un temps spécifique de l'emploi du temps[60], doit choisir un « *sujet de recherche* », concept que nous expliquons plus bas. Le caractère obligatoire de cette modalité de travail est justifié par l'auteur par deux arguments : « *D'une part, un enfant ne peut découvrir qu'il est possible de chercher en mathématiques et d'y trouver du plaisir, si on ne lui en offre pas l'opportunité ; d'autre part, cela nous semblait indispensable pour ne pas isoler les ARM des autres apprentissages* » (ibid., p. 10). L'élève travaille ensuite au sein du deuxième cercle, seul ou avec ses pairs, à la recherche du sujet ou du problème choisi. Au niveau du troisième cercle, il

[60] En moyenne, entre 30 min. et 1h par semaine (Eysseric 2002, p. 9).

présente son travail, qui n'a pas forcément abouti, à toute la classe, après un temps de recherche plus ou moins long. Ses pairs ou l'enseignant peuvent intervenir. Après plusieurs allers-retours au sein de la classe, il peut être décidé de faire appel au quatrième cercle[61].

Comme dit plus haut, un chercheur est éventuellement présent dans le quatrième cercle, c'est à dire hors de la classe, mais il peut aussi intervenir dans la classe. En effet, en nous reportant à l'exemple d'intervention du chercheur donné dans (Eysseric 2002, pp. 18-24), nous notons qu'il peut être amené à lire des contributions écrites des élèves, à répondre aux questions des élèves en proposant parfois plus ou moins implicitement des contre-exemples, à (in)valider certains travaux, à encourager le travail des élèves, à dénommer le domaine des mathématiques savantes concernées, et enfin à assister à des présentations de travaux d'élèves en classe.

L'enseignant est, lui, dans la classe où ses interventions sont précisées au sein du troisième cercle dans un rôle qualifié par l'auteur de « directeur de recherche » : « *c'est lui qui régule les échanges, qui gère les allers et retours entre recherche et communication jusqu'à la validation d'un résultat à publier ou au constat qu'on ne sait pas et au recours à une aide extérieur* » (ibid., p. 8). En cas de résultat contesté par les élèves, il peut renvoyer chacun à la recherche. Face à ces nouvelles pratiques, l'auteur évoque les craintes des enseignants dont certains ont essayé les ARM puis ont arrêté : « *[...] peur de se retrouver face à des problèmes de mathématiques posés par les enfants et auxquels ils ne sont pas capables de répondre [...] manque de temps [...]* » (ibid., p. 13).

Les rôles du chercheur et de l'enseignant dans le cinquième cercle, c'est à dire le congrès, ne sont pas précisés. Les élèves doivent, eux, y présenter leur travail aux autres élèves participants.

Nature des activités de recherche proposées

Le concept de *sujet de recherche* est similaire à celui proposé dans le cadre de MATh.en.JEANS décrit plus haut si ce n'est qu'il est moins précisément défini et que le lien avec des problèmes mathématiques ouverts du point de vue scientifique n'est pas requis :

> *[..] c'est une question [que l'élève] se pose, qui rentre dans le champ des mathématiques et à laquelle il a envie de pouvoir répondre ; le sujet peut être proposé par l'enfant ou par un tiers (l'enseignant par exemple[62]) mais dans tous les cas l'élève doit se l'être approprié et se sentir responsable de la recherche d'une solution au problème posé* (ibid., p. 10).

Pour mémoire, on a aussi noté que l'auteur fait une référence aux « *[...] problèmes ludiques extraits de rallyes mathématiques, qui, bien que généralement fermés, peuvent facilement déboucher sur une situation ouverte* » et qu'il les qualifie de *questions fermées non traditionnelles*. Autrement dit, ces sources n'offriraient pas toujours des activités RPP prêtes à l'emploi.

[61] « *Par contre, lorsque l'enfant estime avoir résolu le problème qu'il s'était posé, ses solutions sont soumises à la critique sans pitié des autres élèves et de l'enseignant si cela est nécessaire ; il s'agit donc de convaincre toute la classe de la valeur des réponses proposées. Si le travail présenté est accepté, validé par la classe, il va pouvoir sortir de celle-ci, être publié ; cette publication pourra prendre des formes diverses : affichage dans le couloir, article dans le journal de l'école, fax adressé à une autre classe pratiquant la recherche en mathématiques, courrier envoyé à un chercheur correspondant de la classe,... On entre alors dans le quatrième cercle, mais avant d'en arriver là plusieurs allers et retours entre le premier et le troisième cercle sont souvent nécessaires [...]* » (Eysseric 2002, p. 8).

[62] Notons que le chercheur n'est pas cité.

Gains pour la formation des élèves

On a vu que les objectifs des ARM évoquent explicitement la formation des élèves. Eysseric revient explicitement sur les limites de son évaluation de l'impact sur la formation des élèves et s'interroge : « *Y a-t-il un impact réel sur les apprentissages ? Sur la façon d'aborder les mathématiques ? Les problèmes ? De nombreux témoignages nous font penser que oui [...]. Mais une étude plus scientifique de cet impact reste à faire* » (ibid., p. 17). Il s'interroge dans les mêmes termes sur la facette « *plaisir de chercher : réalité ou fantasme* ». L'auteur questionne la prise en charge de la mémoire du travail des élèves et des brouillons de recherche et aussi la justification de l'apprentissage de la démarche scientifique par le biais de recherche en mathématiques : « *Le contenu des recherches ne doit-il pas être élargi aux sciences ? À d'autres disciplines ?* » (p. 17).

Extension des expérimentations

Dans son questionnement, l'auteur pose explicitement la question de l'intervention du chercheur dans le dispositif. Il cite la difficulté d'avoir un chercheur pour chaque classe et se demande si d'autres spécialistes de mathématiques comme les enseignants ou des conseillers pédagogiques de circonscription spécialisés[63] pourraient garantir la qualité mathématiques des recherches menées par les élèves, sous réserve qu'ils aient une pratique de la recherche. L'auteur ne justifie pas clairement les raisons de sa réserve. Il dit seulement « *[...] mais un élément important est apparu : on ne peut remplacer le chercheur que par quelqu'un qui a lui-même une expérience, une pratique de la recherche. Sinon on risque, si l'on n'y prendre garde, d'assister à un recadrage des ARM vers la production d'un texte du savoir*[64] *au détriment de la démarche de recherche* ». L'auteur ne précise pas s'il parle d'un chercheur en mathématiques mais évoque par contre la possibilité qu'un « *chercheur (éventuellement amateur)* » remplace le « *chercheur (professionnel)* ». L'auteur questionne aussi l'impact possible du fait que les enseignants sont volontaires dans son projet mais ne rentre pas dans les détails.

Synthèse à propos des ARM

Pierre Eysseric propose les ARM afin de transposer dans les classes le style de travail du chercheur en mathématique et avec l'objectif de faire évoluer l'image que les élèves ont des mathématiques. Les enseignants sont volontaires pour participer au projet et les activités deviennent alors obligatoires pour les élèves des classes concernées. Les élèves choisissent les situations qui les intéressent pour mener leur recherche, seuls ou avec leurs pairs, éventuellement parmi des situations proposées par l'enseignant. Un congrès de fin d'année d'envergure départementale regroupe ensuite les acteurs directs du projet. Le rôle de l'enseignant consiste à organiser les recherches et les débats dans la classe comme pourrait le faire, selon l'auteur, un directeur de laboratoire. Il peut intervenir

[63] Au niveau du premier degré, des conseillers pédagogiques spécialisés existent déjà mais pas en mathématiques. Ils sont avant tout maîtres formateurs titulaires du certificat d'aptitude aux fonctions d'instituteur ou de professeur des écoles maître formateur (CAFIPEMF) généralistes ou bien spécialisés en arts plastiques, éducation physique et sportive, éducation musicale, langues et cultures régionales, langues vivantes étrangères, technologies et ressources éducatives (sources : BOEN numéros 45 du 6 décembre 2001, 24 du 13 juin 2002, 18 du 2 mai 1996). On peut aussi ajouter la remarque de l'IGEN dans son rapport (IGEN 2006, pp.61-62) qui précise que les Inspecteurs de l'Éducation Nationale ne sont pas assez formés (une semaine) dans l'enseignement des mathématiques.

[64] Dans l'article, « texte du savoir » fait vraisemblablement référence aux savoirs délimités dans les programmes.

dans les débats et renvoyer les élèves à leur recherche si des aspects se révèlent peu convaincants aux yeux des élèves ou aux siens. Son rôle n'est pas clairement décrit mais le chercheur a apparemment une place relativement limitée dans ce dispositif. Il n'intervient que ponctuellement auprès des élèves bien qu'il soit censé être garant de la qualité de la recherche, un autre dispositif étant censé assurer cette qualité : une publication au niveau de l'école de l'élève ou d'une autre école. Par ailleurs, l'auteur évoque plus ou moins implicitement la question de l'encadrement des enseignants du premier degré. À cet égard, nous avons souligné qu'il n'existe pas de conseillers spécialisés en mathématiques et que la formation des Inspecteurs de l'Éducation Nationale dans l'enseignement des mathématiques était jugée insuffisante par l'IGEN.

4.2.6 Les problèmes ouverts

Projet des auteurs

Arsac et Mante promeuvent initialement les *problèmes ouverts* pour les classes de collège et de lycée (Arsac et Mante 2007 ; Arsac et al. 1991)[65]. L'appui explicite sur l'épistémologie et l'histoire des mathématiques est très développé dans leurs publications notamment dans (Arsac 1988) et va au-delà d'une référence à (Lakatos 1984). Dans (Arsac et al. 1991, Introduction). Les auteurs évoquent l'hypothèse de l'existence de « styles » de mathématiciens[66], styles qui ont en commun la résolution de problèmes. Cette « souplesse » quant au contour de l'activité des mathématiciens se déduit de ce qu'ils retiennent de leur lecture de Lakatos à propos des « lemmes cachés », des implicites dans les démonstrations des mathématiciens, de l'évolution historique des conditions de validité des preuves des mathématiciens, et des travaux de Balacheff concernant le fait que les élèves ne découvrent généralement pas d'eux-mêmes les règles du débat mathématique[67]. La distance entre l'activité du mathématicien et celle de l'élève est explicitement évoquée : « *Le but de la pratique du problème ouvert [...] est de placer les élèves dans la situation la plus typique de l'activité de recherche mathématique, c'est à dire affronter un problème dont l'énoncé les place, toutes proportions gardées, dans la situation du chercheur en mathématiques* » (ibid., introduction). Il est aussi noté que des visions différentes de l'enseignement des mathématiques ont aussi leur place dans la classe : « *Naturellement, les autres points de vue*[68] *ont leur part de vérité et il nous semble souhaitable qu'ils coexistent dans l'enseignement [...]* » (ibid., introduction). Plus loin (p. 7), les auteurs évoquent l'intérêt des autres situations d'enseignement : exercices d'applications, problèmes de découverte, tests, « *problèmes de modélisation pour apprendre à mathématiser une situation concrète* »[69].

Les situations sont proposées pour permettre « *véritablement aux élèves de mettre en route ce*

[65]Nous avons principalement travaillé avec la référence de 1991. Dans leur publication de 2007, les changements consistent essentiellement à présenter des travaux menés par d'autres auteurs à l'école primaire, à l'IUFM ou dans l'enseignement spécialisé (SEGPA).

[66]Ces « styles » seraient liés à deux « pôles » de l'activité mathématique : « résoudre des problèmes “un par un” » et « découvrir et systématiser des méthodes de recherche de problèmes ».

[67]Cf. (Arsac et Mante 1997) et (Lakatos 1984 ; Balacheff 1987).

[68]Les points de vue dont il est question ici sont le fait de « *considérer que les mathématiques sont une science achevée à laquelle on s'initie sous la conduite d'un maître (ou d'un livre) ou seulement un outil pour résoudre des problèmes pas forcément mathématiques* ».

[69]Étrangement, cette dernière catégorie n'est pas ici reliée à la démarche scientifique : « *Chacune de ces catégories a son intérêt propre. Mais aucune ne permet véritablement aux élèves de mettre en route ce que nous appelons une démarche scientifique, c'est à dire : faire des essais, conjecturer, tester, prouver* ».

[qu'ils appellent] une démarche scientifique, c'est à dire : faire des essais, conjecturer, tester, prouver » (ibid., p. 7) et les auteurs se préoccupent d'intégrer pleinement le cadre de la classe[70] dans leurs expérimentations et parlent de « techniques d'enseignement » (ibid., introduction). Leurs expérimentations ont donné lieu à plusieurs publications (voir par exemple Arsac et Mante 1997 ; Arsac 1994 ; Arsac et al. 1991 ; Arsac 1988 ; Arsac et Mante 1988–1989) qui abordent notamment la sélection des situations mathématiques proposées, leurs caractéristiques communes et singulières, le rôle de l'enseignant, et l'activité, plus ou moins précisément observée selon les publications consultées, des élèves et de l'enseignant. Le lien entre eux-mêmes et l'enseignant est aussi l'objet d'une première analyse (cf. Arsac et Mante 1988–1989, pp 95-96). La brochure (Arsac et al. 1991)[71] est principalement destinée aux enseignants et aborde plusieurs points très concrets de la mise en place des *problèmes ouverts* dans la classe tels les caractéristiques du problème, de la rédaction de son énoncé, de la gestion de la classe et du rôle, qualifié d'essentiel, de l'enseignant à divers moments d'une séance[72], la durée habituelle d'une séance de classe, la prise en compte d'une pratique existante des enseignants, les réactions des élèves, les types de consignes et la manière de les donner, la taille des groupes, etc. Des options de gestion de ces situations sont présentées. Une cinquantaine de problèmes[73] sont proposés et une minorité d'entre eux bénéficient d'une analyse plus ou moins approfondie. Certains ont été expérimentés mais ils ne sont pas toujours distingués des autres. De plus, plusieurs rapports d'expérimentation sont aussi fournis dans la brochure[74].

Rôles, motivations et contraintes des acteurs

Le rôle de l'enseignant est qualifié d'important et d'essentiel et mis en parallèle avec des pratiques habituelles. Les auteurs écrivent par exemple que l'enseignant doit « *adopter une attitude ne fermant pas la situation. Ceci n'est pas toujours facile car cette pratique rompt par certains côtés avec la pratique habituelle, ce qui surprend les élèves et surtout peut troubler l'enseignant* » (ibid., p. 11). Ils sollicitent aussi l'enthousiasme des enseignants dans un esprit d'innovation[75]. En cas de manque d'enthousiasme ou faute de stage de formation, ils proposent aux enseignants de chercher des problèmes ouverts eux-mêmes, seul ou avec quelques collègues, avant d'en faire chercher à leurs élèves[76].

Une fois les enseignants convaincus, les auteurs se préoccupent très directement de leurs pos-

[70] Les auteurs donnent principalement deux raisons à ce choix (p. 9) : (1) l'enseignant peut voir ses élèves travailler ce qui peut l'aider par la suite à concevoir des situations d'apprentissage mieux adaptées (aspect diagnostic), (2) les élèves travaillent en groupe pour éviter de se décourager, pour diminuer leur peur éventuelle de ne rien trouver et pour augmenter les chances de production de conjectures dans un délai raisonnable.

[71] Elle aborde, en les articulant, des situations RPP, les « problèmes ouverts » et des situations ONT, les « situations-problèmes ».

[72] Par exemple : « *La dénomination de "problème ouvert" rencontre un succès certain, nous avons essayé de la définir [dans le chapitre précédent], mais cette définition qui porte sur le type de contenu mathématique et sur la forme de l'énoncé risque de masquer le rôle essentiel de l'enseignant dans une séance de recherche de problème ouvert* » (Arsac et al. 1991, p. 11). Nous notons à cette occasion que la définition du *problème ouvert* est déjà problématique aux yeux de ses auteurs.

[73] Voir (ibid., p. 8 et pp. 81-87).

[74] Voir (ibid., pp. 43-79) et plus récemment dans (Arsac et Mante 2007).

[75] Cf. (Arsac et al. 1991, p. 11).

[76] Notons que ce conseil peut poser problème si on veut le transposer au cas des professeurs des écoles car seule une minorité d'entre eux a une formation scientifique (voir p. 260). Par ailleurs, les auteurs notent que « *même les études universitaires ne donnent pas toujours l'occasion de sortir des problèmes fermés* ».

sibles inquiétudes et des conseils leur sont donnés[77] :

> *Quand vous serez convaincus qu'il est vraiment intéressant de chercher des problèmes ouverts, vous aurez d'autres sujets d'inquiétude : Ces problèmes sont difficiles, mes élèves sauront-ils les faire ? Ne vont-ils pas me proposer des solutions dont je ne saurai dire si elles sont justes ou fausses ? Ne vont-ils pas tout simplement déclarer que « ça ne les intéresse absolument pas » ? [...] en un mot, que va-t-il se passer ? [...] Pour vous rassurer avant la séance, rappelez-vous que vous pouvez très bien choisir un des problèmes déjà expérimentés que nous proposons, que la plupart a été essayée dans différents collèges et que, dans ces expériences, un des phénomènes les plus frappants est l'activité de tous les élèves, y compris des élèves habituellement considérés comme faibles* (Arsac et al. 1991, pp. 11-12).

Il s'agit aussi pour les enseignants de « *[lire] avec soin quelques compte-rendus* » (ibid., p. 12). et de « *se retirer de l'esprit que le but de la séance est "que [les élèves] trouvent la bonne solution"* ». Le niveau de preuve que l'on peut attendre des élèves est illustré par des exemples[78]. Les auteurs précisent que « *le rôle du professeur est donc celui d'un animateur de la recherche, puis du débat [...] dans la classe* », que son rôle, bien qu'important, n'est pas facile à remplir. Ils décrivent ensuite avec le souci du détail et dans un esprit didactique le fonctionnement général d'une recherche de problème ouvert [79]. On a noté que, du point de vue de l'ergonomie du document, la lecture est souvent ponctuée de remarques du type « Nous y reviendrons ». L'utilisation des nouvelles technologies et de l'hypertexte apporteraient une utilisabilité que le livre peut moins facilement apporter. Les explications et les justifications annoncées sont nombreuses, détaillées et illustrées par des exemples qui sont ceux d'une pratique effective de classe. Sont par exemple[80] illustrées les interventions à « contre-temps », c'est à dire des interventions de l'enseignant finalement contre-productives pour l'activité en cours des élèves. Les auteurs évoquent aussi parfois ce qu'il est possible de faire quand d'autres propositions n'ont pas été efficaces. Malgré la richesse des conseils, il reste des questions sans réponse à propos de certains points importants aux yeux des enseignants débutant dans la pratique des activités de recherche. Il s'agit, par exemple, de ce que l'enseignant peut faire quand il se rend compte qu'il est intervenu de manière inadéquate, sur la façon de procéder lorsque les groupes n'aboutissent pas à la même vitesse ou au même moment (ibid., gestion de l'hétérogénéité, p. 20), sur la façon de conclure un débat qui vraisemblablement ne va pas se dérouler de manière satisfaisante (ibid., pp. 22-23), sur la façon de gérer le temps quand la mise en commun devient longue (ibid., p. 28).

Essentiellement, la gestion d'un problème ouvert consiste en une phase de recherche suivie d'une phase de débat. Ces deux phases, de durées sensiblement équivalentes, s'inscrivent chacune dans le temps d'un cours (1h ou 1h30). La phase de recherche se compose des consignes initiales, d'une recherche des élèves, individuelle puis en groupe, d'une rédaction des propositions de solutions sur affiche[81]. Notons que la justification de la rédaction par écrit et de la maîtrise de la langue nécessaire pour expliciter une démarche, même si elle se pose moins pour la rédaction des « solu-

[77] On verra aussi que certaines questions importantes qui sont posées restent sans réponse.

[78] Cf. notamment (1991, pp. 21-22).

[79] Cf. (ibid., pp. 13 et suiv.).

[80] Voir (ibid., p. 17) et aussi (Arsac et Mante 1988–1989, p. 84 et suiv.).

[81] Les auteurs justifient ce dernier choix par (1) la place disponible au tableau souvent insuffisante, (2) le fait de garder la trace d'une séance sur l'autre, (3) le fait que la production d'un élève n'efface pas celle d'un autre.

tions » que pour celle, plus longue et complexe, des « explications », n'est pas vraiment discutée. Une option supplémentaire consisterait à proposer l'affiche comme un support optionnel offert aux élèves afin de communiquer des résultats et des explications. Ceci laisserait davantage de liberté aux élèves et leur permettrait, notamment en primaire, d'en tirer le meilleur profit puisqu'ils construiraient leur propre usage de l'affiche. Parfois, un discours peut être plus intéressant qu'un écrit hésitant. Quant à la phase de débat, elle est constituée par des critiques des conjectures, des réfutations par des contre-exemples, des apports de preuves. Le débat s'appuie principalement sur la rédaction d'affiches, la rédaction de critiques justifiées – « Nous sommes d'accord car... Nous ne sommes pas d'accord car... » – et l'étude successive de chacune des affiches en commençant par la moins pertinente. Dans l'extrait d'une narration de séance qui illustre ce point[82] , les « bons » passent au tableau en premier ce qui constitue une option non souhaitée par les auteurs au titre qu'elle laisse le travail des autres dans l'ombre. Nous ne partageons pas complètement l'analyse des auteurs sur ce point. Dans le cas présenté, l'enseignant peut encore faire exposer les productions restantes et les élèves ont encore, même si c'est parfois dans une moindre mesure dans une classe peu habituée aux débats mathématiques, des opportunités de débattre des autres productions et des avancées qu'elles pouvaient présenter. À toujours commencer par les productions les moins pertinentes, un nouveau contrat didactique naîtra : le meilleur est pour la fin, inutile de consacrer trop d'énergie au début des débats. On peut aussi proposer que toutes les productions n'ont pas à être exposées, notamment quand plusieurs productions sont similaires. Les auteurs restent cependant ouverts sur les modalités possibles sans développer davantage ce point : « *Avec l'habitude, vous apprendrez sans doute à anticiper le type de réactions de vos élèves et vous pourrez ainsi choisir l'ordre du débat sur les messages en fonction du temps dont vous disposez, du type de débat que vous souhaitez, de votre désir de ne pas dévaloriser le travail de tel ou tel groupe* » (ibid., p. 24).

Les conseils et les explications sont généralement donnés avec une prise de distance et certaines précautions. On lit par exemple : « *Examinons d'abord une conduite du professeur qui le mènera sûrement à l'échec, tout au moins suivant les critères que nous avons choisis [...]* » (ibid., pp. 20-21) ou bien « *Dans cette phase [de débat], la marge d'initiative de l'enseignant nous semble devoir être beaucoup plus grande que pendant la recherche, cependant nous prenons le risque de vous proposer un déroulement du débat dont nous savons qu'il marche, pour l'avoir expérimenté. C'est un modèle possible, ce n'est pas une norme* » (ibid., p. 23). Les auteurs évoquent le fait que certains débats peuvent ne pas fonctionner ou des séances être des échecs, ils présentent des explications et proposent à l'enseignant de ne pas alors persévérer mais sans préciser concrètement comment conclure[83]. Les auteurs évoquent le risque d'effet « Topaze » et des situations de cours dialogué[84]. On trouve aussi une liste de questions d'enseignants et les auteurs renvoient à la brochure dans son ensemble, à la responsabilité de chacun et à la pratique quotidienne pour trouver des réponses[85]. Enfin, même avec une pratique occasionnelle, 3 ou 4 problèmes dans l'année, les enseignants constatent un changement de leur propre pratique vers une attitude davantage centrée sur la construction des savoirs par les élèves de leur classe au-delà des activités proposées, par exemple, lors des exercices d'entraînement (ibid., p. 41).

[82]Cf. (Arsac et al. 1991, pp. 20-21).

[83]Cf. (ibid., p. 22).

[84]Cf. (Arsac et Mante 1988–1989, p. 93)

[85]Cf. (Arsac et al. 1991, pp. 39-40). Les auteurs ajoutent que : « *[Cette pratique] peut d'ailleurs montrer que certaines questions étaient de fausses questions ou que les réponses apparaissent d'elles-mêmes* ».

Une partie de (Arsac et al. 1991) est spécialement consacrée aux élèves mais les auteurs précisent là que, bien que plusieurs collègues partagent leur avis, leur propos est « *subjectif dans la mesure où ce sont des impressions qui ne s'appuient pas sur un travail d'observation systématique d'élèves* » (p. 35)[86]. Ils décrivent la motivation et l'imagination dont font généralement preuve les élèves quel que soit leur niveau scolaire durant leurs expérimentations. Les élèves doivent s'investir dans les tâches proposées par l'enseignant mais les auteurs ne relatent pas de problème inhabituel sur ce point.

En dehors des expérimentations, le chercheur n'a pas de rôle dans la pratique des *problèmes ouverts*.

Nature des activités de recherche proposées

Les « problèmes ouverts » sont définis ainsi :

- *L'énoncé est court.*
- *L'énoncé n'induit ni la méthode, ni la solution (pas de questions intermédiaires ni de question du type « montrer que »). En aucun cas, cette solution ne doit se réduire à l'utilisation ou l'application immédiate des derniers résultats présentés en cours.*
- *Le problème se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité. Ainsi, peuvent-ils prendre facilement « possession » de la situation et s'engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution, des contre-exemples.*

(ibid., p. 7).

La première caractéristique « *permet à l'élève d'avoir une première compréhension "instantanée" et lui donne souvent l'impression que c'est facile, que la solution est à sa portée. Cela lui donne donc l'envie de chercher* » (ibid., p. 9). La troisième « *permet à tout élève qui s'engage dans la recherche de produire des résultats partiels dans un temps raisonnable. [...] Le temps supposé de l'apparition d'une première conjecture est compatible avec la durée d'une séance de classe ordinaire* » (ibid., p. 9). Les caractéristiques données, que l'ont pourraient traduire essentiellement en termes de potentiel de recherche et de résistance dynamique, ont donc pour principal objectif de faciliter la dévolution de la recherche aux élèves.

Gains pour la formation des élèves

Ils sont liés à l'apprentissage d'une démarche scientifique constituée pour les auteurs par : faire des essais, conjecturer, tester, prouver. Dans (ibid.), les auteurs précisent clairement qu'ils n'ont pas fait d'étude systématique du côté des élèves. Pendant les situations proposées au cours de l'année et dans le cadre de situations plus ordinaires, ils relèvent néanmoins des indices d'apprentissage dans les capacités à travailler en groupe, à débattre, à être critique par rapport à ses résultats, à être autonome même avec seulement trois ou quatre situations menées dans l'année (Arsac et Mante 2007). L'étude des élèves est par contre bien détaillée dans (Arsac et Mante 1997) et s'appuie sur une analyse a priori et une analyse a posteriori. Elle confirme un résultat obtenu par (Balacheff 1987) : l'enseignant doit intervenir pour que les règles du débat mathématique apparaissent dans la

[86]On trouve des études plus précises de l'activité des élèves dans (Arsac et Mante 1997 ; Arsac 1994) mais elles ne sont pas strictement liées aux « problèmes ouverts ».

classe. En reprenant les termes du « débat scientifique » vus plus haut, l'enseignant est aidé par la confrontation des rationalités quotidienne et scientifique mises en actes par les élèves. Concernant l'apprentissage de ces règles dans une situation expérimentée, les auteurs formulent notamment l'hypothèse suivante : « *[...] bien que ces règles ne soient pas construites par tous les élèves, elles prennent tout de même du sens pour eux* » (Arsac et Mante 1997, p. 34). Cette affirmation n'est donc pas démontrée pour les auteurs eux-mêmes. Dans les deux publications que nous venons de citer, les auteurs disent aussi que l'appropriation des règles du débat mathématique par les élèves s'inscrit dans la durée et des effets sur les capacités déjà citées plus haut se font sentir au-delà des situations expérimentées[87].

Les publications consultées identifient un risque lié au potentiel de débat que les autres expérimentations n'évoquent pas ou peu. En effet, les auteurs notent que « *la qualité du débat, dont dépend l'atteinte des objectifs visés, dépend largement des solutions produites par les élèves. Il y a donc une difficulté potentielle due à instabilité possible du type de solutions produites* » (ibid., p. 41)[88].

Enfin, nous notons que les situations proposées par les auteurs ont fréquemment des liens directs avec des mathématiques à enseigner, ce qui est donc à mettre au crédit de leur potentiel didactique et de l'écologie de ces activités dans les classes.

Extension des expérimentations

Les auteurs ont assuré plusieurs formations et constatent des effets positifs à partir de déclarations d'enseignants. On retrouve chez les auteurs dans (Arsac et al. 1991 ; Arsac et Mante 1997) l'idée – appréhendable sous la forme d'un potentiel didactique et insuffisamment mise en valeur à notre avis – selon laquelle quelques séances annuelles (3 ou 4) sont susceptibles d'avoir un impact relativement important dans d'autres lieux de la pratique de classe et de l'activité des élèves (potentiel didactique). Ils évoquent à ce propos l'idée de situations de référence : « *C'est la variété des situations que nous proposons ensuite qui permettra progressivement l'appropriation de ces règles. Les premières situations proposées, comme celles que nous avons décrites servent de référence : dans le cas où par la suite, des élèves n'appliquent pas les règles institutionnalisées, leurs camarades (ou l'enseignant) leur rappellent ces situations : "mais souviens toi, dans le problème... on avait dit que..."* » (Arsac et Mante 1997, p. 41). On peut donc considérer que ces situations sont des réifications de la communauté « classe » susceptibles de favoriser la participation des élèves, notamment du fait de leur potentiel didactique[89]. Dans le cadre d'une extension des expérimentations,

[87]On lit par exemple que : « *Tous ces points que nous avons constatés à travers la pratique du problème ouvert ont bien sûr des répercussions sur l'attitude des élèves dans les situations de classe plus habituelles : ainsi, [...] ils se tournent vers leurs camarades [...] ils sont beaucoup plus critiques par rapport à ce qu'ils produisent, et même par rapport à ce que le professeur dit !* » (Arsac et al. 1991, p. 37)

[88]Le contexte de l'article en question est celui de la mise en situation de la règle du tiers exclu et de la confiance à accorder en géométrie à la lecture du dessin. Quand bien même les auteurs précisent aussi que ces deux situations « *montrent une assez grande stabilité quant à la qualité des débats engendrés* » (Arsac et Mante 1997, p. 41), les auteurs de (Arsac et al. 1991) laissent, eux, penser qu'il est raisonnable d'étendre cette conclusion à l'ensemble des situations visant à l'apprentissage des règles du débat mathématique. Selon nous, le concept de potentiel de débat montre ici son intérêt.

[89]Il serait abusif de considérer cette communauté comme une CoP, ne serait-ce que parce que l'entreprise commune n'est pas négociée par ses membres, mais on voit que les concepts de la théorie des CoP sont intéressants pour analyser cette situation.

la relative simplicité du dispositif est séduisante par le rendement qu'elle promet.

Synthèse à propos des problèmes ouverts

Les « problèmes ouverts » sont des activités RPP initialement proposées au niveau du collège et du lycée qui s'intègrent pleinement dans les activités de la classe. Les auteurs prennent soin de garder une distance par rapport au modèle qu'ils proposent, acceptent explicitement la coexistence avec d'autres modèles de fonctionnement dans la classe et cherchent à intégrer leur modèle dans la classe tout en assurant une écologie favorable à cette intégration dans des pratiques existantes. Les aspects de cette intégration abordés par les auteurs constitue un large éventail, comme contribue à le montrer notre traduction en termes de potentiels des activités. Il n'y a pas de place spécialement réservée au chercheur dans ce modèle mais le rôle des enseignants est, lui, identifié comme essentiel et certaines de leurs inquiétudes sont explicitement prises en compte. Les conseils et indications donnés par les auteurs sont nombreux, expliqués, justifiés et illustrés dans plusieurs exemples[90]. La dépendance du potentiel de débat aux productions des élèves est explicitée. Pour autant, des réponses à des questions relativement importantes, par exemple la question de savoir comment conclure une séance de débat qui tourne court, ne sont pas explicitement données et d'autres options pourraient être citées. Aucun problème particulier de réticence des élèves n'est relaté et, sous réserve de travaux d'observation plus systématique des élèves, plusieurs effets positifs sur les apprentissages sont constatés, même au-delà des activités proposées. À ce sujet, les auteurs semblent donc pouvoir miser sur un effet de diffusion quasi-automatique de connaissances, effet qui nous semble se situer tout à fait dans la perspective de Wenger : à partir de quelques situations qui font référence pour les élèves et l'enseignant, on pourrait assurer l'apprentissage des règles du débat mathématique sur le moyen et le long terme. Nous avons réinterprété cet effet en termes de réification, participation et potentiel didactique.

4.2.7 Synthèse sur les expérimentations d'activités RPP

Après avoir étudié chaque expérimentation d'activités RPP, nous présentons maintenant une synthèse en suivant le même plan et en mettant en évidence, non seulement les points communs et les différences entre les expérimentations, mais aussi des points sur lesquels les chercheurs sont d'accord et d'autres qui restent à approfondir.

Projets des auteurs

Les expérimentations relatées plus haut traitent non seulement de la transposition didactique de notions paramathématiques mais plus largement de la transposition de la pratique d'un chercheur en mathématiques. Au-delà de leurs différences, tous les auteurs notent leurs difficultés à transposer l'activité du mathématicien, que ce soit dans une analyse a priori ou a posteriori. Les références à des études sur la pratique d'un chercheur mathématicien sont finalement relativement limitées. On retrouve souvent une référence à (Lakatos 1984) qui traite essentiellement de l'épistémologie des mathématiciens[91] mais qui n'aborde pas les autres aspects de la pratique d'un chercheur. À

[90] Le format de la brochure (Arsac et al. 1991) explique en partie la relative abondance d'éléments détaillés par les auteurs.

[91] L'auteur rend compte des phénomènes d'élaboration des preuves par les mathématiciens (rôle des conjectures, des définitions, des théorèmes, des preuves...) et moins de leur activité en tant que professionnel qui exerce un métier.

titre d'exemple, il n'est pas fait mention de la place de leurs échanges oraux dans des groupes de travail, de leur pratique de recherche documentaire dans la littérature ou de leur formation à de nouvelles mathématiques. Sans plus de référence, et malgré les précautions probablement prises par les différents auteurs même s'ils n'en font pas toujours mention, il y a peut-être un risque, souligné par Grenier et Payan[92] de s'appuyer sur des pratiques singulières – d'autant que certains auteurs sont aussi des chercheurs en mathématiques – ou imaginées et qui pourraient se révéler moins pertinentes dans une analyse plus poussée. Sans avoir mené une recherche documentaire systématique sur les pratiques des mathématiciens, nous avons consulté quelques références[93] qui tendraient à montrer qu'une telle recherche peut se révéler instructive, notamment en ce qui concerne l'engagement des mathématiciens dans leur travaux, nous y reviendrons plus loin.

Toutes les expérimentations cherchent à transposer l'activité du mathématicien quand il travaille sur de nouveaux objets et quand il échange avec ses pairs, que ce soit à l'écrit et/ou à l'oral. En complément, les projets *MATh.en.JEANS* et *ARM* cherchent aussi à transposer la participation à des manifestations scientifiques. De manière générale, il s'intéresse à des espaces situés hors de la classe (chercheur à contacter, participation de plusieurs classes ou établissements, etc.). À l'inverse, les projets *problèmes ouverts*, le *débat scientifique* et les *SiRC* se situent d'abord dans le cadre de la classe et s'accommodent de ses contingences, le projet *problèmes ouverts* étant celui qui aborde le plus largement et le plus explicitement les questions qui se posent en termes d'intégration et d'écologie dans la classe et les pratiques existantes.

Excepté dans le *débat scientifique*, aucune expérimentation ne se préoccupe explicitement de la composante « formation » de l'activité du mathématicien, c'est à dire de moments consacrés à l'apprentissage de nouvelles mathématiques. La recherche documentaire du mathématicien n'est quasiment pas évoquée. Seuls les projets « débat scientifique » et *ARM* se proposent ou envisagent de ne pas se restreindre aux mathématiques. Cependant, la littérature consultée concerne seulement ou essentiellement les mathématiques.

Rôles, motivations et contraintes des acteurs

On observe aussi une assez grande variété d'approches en ce qui concerne le rôle des chercheurs, des enseignants et des élèves dans les projets étudiés. (Balacheff 1987) et (Grenier et Payan 2002) ont évoqué l'impossibilité, sinon la grande difficulté, à trouver des situations a-didactiques et des rétroactions qui permettraient de mettre en jeu les savoirs paramathématiques que les chercheurs veulent transposer dans la classe. Il s'ensuit qu'un acteur, enseignant ou chercheur, doit donc assumer ce rôle fondamental qui consiste à fournir ces rétroactions aux élèves pour, en reprenant les termes de (Legrand 1988), les amener vers la rationalité mathématique. On cherche notamment à transposer dans le cadre scolaire l'évaluation par les pairs qui existe dans la sphère scientifique. À cet égard, le « débat scientifique » constitue une référence pour MATh.en.JEANS et les SiRC. Cependant, pour les chercheurs et les élèves, l'évaluation des travaux est de nature différente. Pour le chercheur, cette évaluation est basée sur une reconnaissance par les pairs, pairs eux aussi mathématiciens. Pour l'élève, hors le plaisir de voir reconnu ses travaux par des pairs[94], par leur enseignant ou parfois par des chercheurs professionnels, il n'y a pas le même type d'incidence sur sa « carrière » d'élève. Sans nier l'intérêt pour l'élève que peut constituer le plaisir de la reconnaissance,

[92] Cf. page 91.

[93] Il s'agit par exemple de (Burton et Morgan 2000 ; Jaffe et Quinn 1993 ; Thurston 1994 ; Nimier 1989).

[94] Nous notons à cet égard que les auteurs évoquent moins fréquemment les déplaisirs de l'activité de recherche.

ceci est une limite de la transposition que l'on tente de mener. Cependant, dans les faits, aucune expérimentation ne relève des problèmes d'implication des élèves dans les activités. Ceci peut être dû aux méthodologies employées ou correspondre à une réalité et à la gestion de ces situations. Il reste que des recherches semblent nécessaires pour mieux connaître ce qui se passe du côté des élèves.

Quand les chercheurs en mathématiques sont explicitement requis, comme c'est le cas pour MATh.en.JEANS, éventuellement pour les ARM et probablement aussi pour les SiRC, c'est d'abord pour assurer la qualité de la recherche menée par les élèves. Si dans le cadre des ARM, Esseyric doute que l'on puisse trouver un chercheur pour chaque classe, les initiateurs de MATh.en.JEANS, eux, ne font pas toujours mention de ce problème. Quand le chercheur n'est pas requis, deux positions sont envisagées : soit on demande de manière plus ou moins affirmée et explicite que l'enseignant soit formé à la recherche ou bien on lui propose plus simplement qu'il cherche lui-même les problèmes proposés (SiRC, ARM, débat scientifique, problèmes ouverts). Dans tous les cas, on peut faire l'hypothèse que les enseignants, devant la difficulté de la gestion de ces activités et sous peine d'être régulièrement dépassés par l'activité des élèves, ne se risqueront pas longtemps à venir devant les élèves sans s'être penchés un minimum de temps sur les situations proposées à leurs élèves. Ainsi, les chercheurs et les enseignants ont toujours une certaine avance sur les recherches des élèves et, par conséquent, des effets « Topaze » ou de « cours dialogué » ne sont pas exclus. Cette possibilité est seulement évoquée par les initiateurs des *problèmes ouverts*.

Quant à l'enseignant, il est variablement requis suivant les expérimentations. Son rôle est considéré comme important et essentiel dans le cas des « problèmes ouverts », des ARM et des SiRC et, sans en être exclu, il apparaît moins important dans MATh.en.JEANS où c'est le chercheur qui semble placé au premier plan. Dans ce cas, c'est notamment le chercheur qui sélectionne les situations de recherche proposées aux élèves. Nous distinguons le cas du « débat scientifique » dans lequel les rôles de l'enseignant et du chercheur nous paraissent plus ou moins confondus, probablement parce que les expérimentations concernent souvent le contexte universitaire. Suivant les publications consultées, probablement du fait de leur statut, les conseils sont plus ou moins détaillés et pratiques. (Arsac et al. 1991) qui est la publication la plus accessible, a priori, à des enseignants, se distingue néanmoins par l'attention particulière donnée aux enseignants débutant dans la pratique d'activités RPP en ce sens que des conseils sont justement apportés pour « débuter ». Les autres publications consultées n'évoquent pas ou peu de progression possible dans l'intégration de ces nouvelles pratiques. Dans tous les cas, les auteurs appellent à un changement d'épistémologie de l'enseignant de mathématiques car les pratiques existantes seraient non pertinentes. Cette affirmation pourrait supporter des nuances et n'est généralement pas accompagnée de références pour l'étayer[95].

Concernant la participation des élèves et contrairement aux autres expérimentations, seule l'expérimentation MATh.en.JEANS fait le choix du volontariat, ce qui coïncide de façon naturelle avec son choix de se placer à la frontière de la classe. Concernant la liberté de choix des objets de recherche, les élèves, placés en situation de chercheurs débutants, peuvent choisir, sans doute un peu comme un chercheur professionnel, ce sur quoi ils travaillent finalement dans les expérimentations MATh.en.JEANS et ARM. Des supports initiateurs de leur réflexion leur sont proposés sous la forme de « sujets de recherche ». Pour les autres expérimentations, le problème principal sur lequel

[95]Ce qui peut paraître contradictoire venant de chercheurs qui prétendent justement (ré)introduire la pratique de la recherche scientifique dans les classes.

travaille les élèves est imposé.

Nature des activités de recherche proposées

Les activités proposées se distinguent essentiellement par leur statut dans les mathématiques savantes et par la forme proposées aux élèves. Pour MATh.en.JEANS et les SiRC, des activités sont basées sur des situations initiales encore ouvertes dans le monde des mathématiques savantes. Certaines situations des SiRC sont d'ailleurs proposées dans le cadre de MATh.en.JEANS. Du point de vue des auteurs, cette option est une sorte d'impératif épistémologique. Nous relevons que cela est susceptible d'assurer un potentiel de recherche, voire de débat, de résistance et de résistance dynamique, intéressants à ces situations. Le potentiel didactique est généralement centré sur des savoirs méta et paramathématiques mais ils visent aussi des mathématiques, souvent situées hors des programmes. Cependant, certains travaux, dont ceux autour des SiRC[96], s'attachent à faire explicitement des liens avec des notions figurant dans les programmes. Sans pour autant l'exclure, les projets ARM et « problèmes ouverts » ne retiennent pas la contrainte de proposer des problèmes ouverts du point de vue de la recherche scientifique. Quant à lui, le « débat scientifique » s'accommode des deux options. Dans le cas où la contrainte est retenue, les auteurs cherchent à placer les élèves au plus près de la situation de recherche des mathématiciens, cependant, ils n'évoquent pas certains aspects problématiques de cette approche. En effet, les élèves sont susceptibles au fil du temps de retrouver, par exemple sur le Web, de plus en plus d'informations sur les activités qui leur sont proposées. De plus, comme nous l'avons noté plus haut, les enseignants ne vont probablement pas arriver dans la classe sans préparer les situations proposées. Avec les chercheurs, les enseignants ont donc une certaine avance sur les élèves. Ainsi, le risque peut donc être, d'une part, que ces situations ne paraissent ouvertes aux yeux des élèves que dans l'esprit des enseignants et des chercheurs et, d'autre part, que l'on voit apparaître des effets « Topaze » ou, tout au moins, des réductions de l'activité des élèves.

Sur la forme des situations de recherche proposées aux élèves, deux approches existent : soit les situations initiales sont des « sujets de recherche » relativement larges et qui nécessitent des élèves de se circonscrire à des « problèmes-cibles » ou sous-problèmes, soit les situations constituent des problèmes que les élèves peuvent traiter relativement directement. Dans le premier cas, il s'agit de se placer au plus près de la situation du chercheur et notamment de sa liberté de choix de ses objets de recherche. Notons que cette option a un coût dans la classe en termes de temps et d'énergie. Dans le second cas, la décomposition en sous-problèmes reste tout à fait possible voire prévisible, même si elle n'est pas toujours de même ampleur.

Nous ne sommes pas convaincu par la nécessité des contraintes consistant à proposer des « sujets de recherche » au lieu de problèmes plus circonscrits et à laisser les élèves choisir leur objet de recherche, quand bien même ces contraintes seraient légitimées par le fait qu'elles seraient une partie de l'activité la plus riche du mathématicien. En effet, les travaux autour des « problèmes ouverts » semblent montrer que les élèves s'investissent très bien dans des activités RPP sans que les auteurs ne s'appliquent ces contraintes. Or, il nous semble plus accessible de maîtriser les différents potentiels de ces dernières situations.

[96] C'est aussi le cas des travaux relatés dans (Hersant et Thomas 2008).

Gains pour la formation des élèves

Pour les auteurs, les gains pressentis pour la formation des élèves concernent avant tout des savoirs paramathématiques et aussi des aspects culturels des mathématiques, de leur histoire et de leur épistémologie. Nous avons vu, notamment pour les « problèmes ouverts » et le « débat scientifique », qu'ils pouvaient aussi concerner de manière non négligeable l'apprentissage de savoirs mathématiques à enseigner.

Étant donné que, à tort ou à raison, l'idée selon laquelle les programmes sont suffisamment chargés circule, les liens entre les activités RPP et les programmes pourraient être davantage explicités quand cela est possible. Il ne s'agit pas de les transformer systématiquement en des activités ONT mais plutôt d'enrichir les réifications que ces activités constituent pour les enseignants en augmentant leur utilisabilité et leur adaptabilité.

Les méthodologies utilisées pour évaluer les effets des expérimentations, plus en ce qui concerne les élèves que les enseignants, que ce soit individuellement ou collectivement, sont souvent absentes des publications consultées, peut-être en partie du fait qu'elles sont relativement accessibles aux enseignants. Cette absence est parfois clairement affirmée mais pas toujours. Les publications consultées n'ayant accordé que peu d'attention aux effets sur les élèves, ceci doit nous conduire à rester prudent sur les apports des différentes expérimentations menées quant aux apprentissages réalisés et à leur ampleur. Nonobstant cette absence, l'ensemble des expérimentations tend à prouver que les effets sont bénéfiques pour les apprentissages des élèves, les promoteurs des « problèmes ouverts » notant aussi des effets, que nous qualifions d'effets de bord, qui dépassent le strict cadre des expérimentations, par exemple dans les exercices d'application. En somme, plutôt que d'imaginer des dispositifs relativement lourds, il suffirait apparemment d'introduire quelques situations « bien choisies » dans des pratiques existantes et que l'enseignant soutienne ces effets de bord dans le cadre normal de la classe pour remédier à plusieurs lacunes de l'enseignement rapportées par les chercheurs.

Extension des expérimentations

On a vu que la plupart des expérimentations étudiées ont une durée d'existence non négligeable, de l'ordre de la dizaine d'années. Certains choix faits, valables dans le cadre d'une expérimentation, peuvent apparaître problématiques si l'on songe à étendre certains dispositifs étudiés. Selon nous, c'est le cas par exemple de l'organisation d'un congrès avec les élèves participants ou celui de la présence du chercheur pour les expérimentations MATh.en.JEANS et des ARM. Eysseric évoque aussi clairement qu'il n'est pas forcément simple de « bénéficier » de la présence d'un chercheur pour ce type d'initiative, or l'encadrement des enseignants par les Inspecteurs ou les Conseillers Pédagogiques, pourrait être insuffisant. Dans le domaine des sciences, on connaît l'existence de l'initiative *La main à la pâte*[97] qui facilite le contact entre les chercheurs et le monde scolaire. On peut envisager d'y intégrer le domaine des mathématiques[98] ou bien de créer une initiative similaire en mathématiques. Par ailleurs, *La main à la pâte* est aussi un lieu de ressources et d'échanges entre les différents acteurs, ce qui serait aussi susceptible de faciliter les premières expériences des enseignants débutants dans ces nouvelles pratiques. Le volontariat des élèves ou des enseignants

[97] Cf. http://www.inrp.fr/lamap/.

[98] Cette perspective a fait l'objet d'un colloque organisé en septembre 2005 et intitulé « Mathématiques, Sciences expérimentales et d'observation à l'école primaire ». Il n'a, semble-t-il, pas été suivi d'effet.

dans les expérimentations[99] peut aussi constituer une limite à l'extension des expérimentations. Ces différentes limites sont parfois évoquées mais seul (Arsac et al. 1991) apporte des éléments relativement précis quant à l'extension du dispositif au-delà des volontaires des expérimentations. Nous avons vu que ceci pouvait être en partie mis au crédit du format de cette brochure. Sans rentrer dans les détails pratiques, les autres auteurs évoquent aussi des problématiques liées à l'extension de leur dispositif que ce soit (1) par la conformité de leur proposition avec les programmes, (2) par l'évocation de la nécessité d'une formation des enseignants à la recherche et à la gestion des situations du dispositif qu'ils proposent.

4.2.8 Conclusion

Les publications consultées concernent des expérimentations visant à proposer des activités RPP à des élèves, essentiellement pour qu'ils acquièrent certains savoirs méta ou paramathématiques. C'est une question difficile comme le souligne chacun des auteurs. De plus, des savoirs mathématiques sont aussi visés. Il peut s'agir de savoirs situés dans ou hors des programmes. A priori, l'écologie des activités RPP pourrait être plus facile à assurer dans le premier cas mais les auteurs n'en font pas une priorité. L'étude menée montre une grande variété des dispositifs proposés pour initier les élèves à différents aspects de la recherche en mathématiques et les auteurs présentent des résultats plutôt encourageants. Cette variété s'inscrit dans plusieurs champs : nature des activités proposées – problèmes ouverts ou non pour la recherche scientifique, internes aux mathématiques ou non, etc. –, organisation du dispositif et rôle des différents acteurs – élèves, enseignants et, éventuellement, chercheurs. Tous les auteurs montrent une satisfaction quant à l'implication des élèves et à leur apprentissages réalisés lors des expérimentations, cependant les méthodologies qui ont permis d'aboutir à ces conclusions ne sont souvent pas explicitées ou évoquées. Parmi les publications consultées, les auteurs des expérimentations « problèmes ouverts » et des ARM explicitent plus clairement les limites de leur méthodologie et restent modérés sur leurs constats concernant les apprentissages des élèves. Il nous faut donc considérer ces conclusions avec réserve. Excepté pour les « problèmes ouverts », les publications consultées font rarement référence à des études scientifiques sur l'activité du chercheur mathématicien. Nous n'avons pas effectué une recherche poussée de ce type de travaux, elle reste donc à effectuer mais la consultation de certains d'entre eux montre déjà qu'il faudrait sans doute mieux distinguer l'activité idéalisée des mathématiciens et leur activité réelle, par exemple en ce qui concerne leur connaissance de l'usage formel des quantificateurs, leur façon d'apprendre les mathématiques et la validité des résultats ou des démonstrations publiées[100]. Enfin, presque de manière paradoxale, l'étude épistémologique et historique des promoteurs des « problèmes ouverts » apparaît relativement poussée par rapport aux autres publications et, en même temps, la transposition de l'activité du mathématicien y est plus simple et aussi plus souple que dans les autres projets.

Les auteurs affirment tous plus ou moins explicitement qu'un changement d'épistémologie de l'enseignant est nécessaire. Même si nous rejoignons la plupart des constats des auteurs, nous notons, là aussi, que les références à des travaux scientifiques sont absents et que certains constats pourraient être nuancés. De plus, si l'on excepte encore une fois les travaux autour des « problèmes ouverts », les auteurs prennent rarement en charge le changement de pratique de l'enseignant et

[99]Nous-mêmes n'échapperons pas à la question du volontariat mais ce sera un choix délibéré.
[100]Cf. références de la note 93 page 107.

n'évoquent pas ou très peu une logique d'intégration progressive de ces nouvelles pratiques dans les pratiques existantes. Notre étude trouve donc toute sa place dans l'état actuel de la recherche. Les « nouvelles » pratiques que l'on veut favoriser restent difficiles à faire vivre en classe, même avec des enseignants volontaires, et les travaux menés autour de ceux de Robert et Rogalski font penser que l'on ne peut pas compter a priori sur un changement radical et rapide de la pratique des enseignants.

Notre problématique consiste notamment à rechercher des moyens efficaces de changer les pratiques et d'affaiblir certaines contraintes pour favoriser la pratique des activités RPP. Il découle de notre étude de la littérature que l'expérimentation des « problèmes ouverts » montre que des résultats intéressants, avec certains effets de bords positifs sur les élèves et les enseignants, peuvent être obtenus avec des activités relativement simples à mettre en oeuvre. Elle nous amène aussi à penser que des changements mineurs et progressifs dans la pratique d'enseignants débutant avec les activités RPP pourraient permettre à ces activités de se diffuser et de remplir, raisonnablement et presque aussi efficacement que d'autres dispositifs, eux, plus intrusifs, le rôle qu'on leur prête.

4.3 Les activités RPP dans les instructions officielles du cycle 3 de l'école élémentaire

Afin de tenter d'assurer une mise en oeuvre idoine à ces souhaits, l'institution Éducation Nationale a plusieurs moyens à sa disposition. Parmi eux figurent la publication des programmes et des documents qui les accompagnent mais aussi, par exemple, la mise en oeuvre de formations d'enseignants et l'appui sur l'action des inspecteurs et des conseillers pédagogiques. Nous nous intéressons seulement aux I.O. car l'analyse en est plus aisée et aussi parce qu'elles s'adressent a priori à tous les enseignants, contrairement aux formations et autres interventions qui dépendent, elles, fortement des contextes locaux.

L'essentiel de notre travail sera centré sur les instructions officielles qui valent au moment de notre expérimentation, c'est à dire celles parues en 2002. Sous l'expression d'*instructions officielles* (I.O.), nous englobons les trois documents suivants :

- le programme de l'école élémentaire (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*),
- le document d'application du cycle 3 ou cycle des approfondissements (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c*)
- les documents d'accompagnement des programmes (Ministère de l'Éducation Nationale 2005) dont l'un d'eux est intitulé *Des problèmes pour chercher*. Ces documents étaient disponibles en ligne depuis 2002. Ils ont été édités par la suite et diffusés, lentement d'après nos contacts avec différents acteurs de l'enseignement primaire, dans les circonscriptions et les écoles.

Seul le programme est publié dans le BOEN et s'impose aux enseignants. Les documents d'application et d'accompagnement n'ont pas le même statut et ne constituent « que » des indications sur la mise en oeuvre des programmes qui est souhaitée par l'institution[101]. Néanmoins, l'ensemble

[101] Sur le site Web EDUCSOL http://eduscol.education.fr/D0048/LLPPRC01.htm (consulté le 25 juin 2007), on lit par exemple que « *Les programmes définissent, pour chaque cycle, les connaissances essentielles qui doivent être acquises au cours du cycle ainsi que les méthodes qui doivent être assimilées. Ils constituent le cadre national au sein duquel les enseignants organisent leurs enseignements en prenant en compte les rythmes d'apprentissage de chaque élève. Extrait du Code de l'Éducation, article L311-3* ». Par ailleurs, dans le Code de l'Éducation http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnCode?code=CEDUCATL.rcv (consulté le 25 juin 2007), nous n'avons pas trouvé de référence aux *documents*

de ces I.O. s'adresse aux enseignants et constitue une représentation de ce que l'institution veut voir réaliser dans les classes. Après avoir consulté l'ensemble des I.O. 2002, nous avons choisi de limiter l'essentiel de l'analyse aux parties qui concernent assez clairement les activités RPP. Nous voulons identifier, d'une part, ce que disent ces I.O. à propos de ces activités et, d'autre part, rendre compte de ce qui peut contribuer ou non à leur mise en oeuvre effective dans les classes. Nous allons analyser les motivations et les descriptions qui sont faites de ces activités, les indications et options apportées, les espaces de libertés laissés à l'enseignant et l'ergonomie de ces documents. Cette analyse se compose de deux parties inter-dépendantes : l'analyse du contenu puis une analyse ergonomique par inspection de ces documents.

À l'issue de notre phase expérimentale, de nouveaux programmes pour l'école primaire[102] sont parus au Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale (BOEN)[103] en avril 2007 puis en juin 2008. Nous y reviendrons dans une section spéciale qui se limitera à une brève comparaison des instructions officielles de 2008 et de celles qui valaient pour notre expérimentation.

4.3.1 Analyse du contenu des I.O.

L'analyse du contenu des I.O. consiste à parcourir ces documents, à noter et commenter les demandes et recommandations qui concernent les activités RPP. En premier lieu, nous allons étudier simultanément le programme et le document d'application du cycle 3. En effet, leur complémentarité est explicitement évoquée dans les programmes[104] et plusieurs extraits sont redondants entre les deux documents. Nous allons reprendre en partie le plan que nous avons déjà utilisé plus haut pour l'étude des expérimentations en étudiant successivement : le projet global, ce qui relève de la nature des activités proposées aux élèves et ce qui relève des acteurs. Nous étudierons en second lieu du document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher*, essentiellement en suivant le plan du document. Ceci doit nous permettre de savoir s'il apporte des informations supplémentaires et utiles par rapport aux deux premiers documents.

Le programme et le document d'application

Commençons par une présentation générale du projet d'intégration des activités de mathématiques et en particulier des activités RPP au sein de l'enseignement et des apprentissages.

La durée hebdomadaire de l'enseignement de mathématiques est compris entre 5h et 5h30. Cet enseignement doit faire l'objet d'un lien avec l'enseignement de la maîtrise de la langue orale et écrite qui est qualifiée d'« *objectif majeur* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, p. 167) de

d'application ou aux *documents d'accompagnement*.

[102] L'école primaire en France comprend l'école maternelle (enfants de moins de 6 ans) et l'école élémentaire (enfants de 6 ans à 10 ans). La scolarité est découpée en *cycles*. Le cycle 1 ou cycle des apprentissages premiers comprend toutes les classes de l'école maternelle. Le cycle 2 ou cycle des apprentissages fondamentaux comprend la dernière année de maternelle et les deux premières années de l'élémentaire. Le cycle 3 ou cycle des approfondissements comprend les trois dernières années de l'école élémentaire.

[103] Cf. http://www.education.gouv.fr/bo/.

[104] « *Les présents programmes renouent avec la tradition qui consistait à expliciter de manière détaillée non seulement les contenus d'enseignement arrêtés, mais aussi les méthodes et l'organisation des activités susceptibles de les appliquer de manière efficace et cohérente. [...] Néanmoins, sur plusieurs points, ils méritent d'être encore plus explicités, [...] Ils sont donc complétés par des documents d'application qui donnent toutes les précisions nécessaires à leur mise en oeuvre* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, p. 54).

l'école élémentaire. L'enseignement de la maîtrise de la langue est aussi liée à d'autres enseignement disciplinaires : « *Le [cycle 3] a pour objectif central d'assurer la maîtrise du langage, à l'oral comme à l'écrit. Chaque activité pédagogique, chaque situation scolaire sont autant d'occasions d'un travail sur l'expression qui constitue la moitié de l'horaire* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, p. 33). Des précisions sont apportées quant aux compétences à travailler, plusieurs concernent directement notre sujet et un tableau récapitule de manière concise certaines des compétences liées à la maîtrise de la langue qui sont particulièrement à travailler en mathématiques en cycle 3 dans les domaines de l'oral, de la lecture et de l'écriture [105].

Les activités de mathématiques sont aussi à placer dans « *le cadre d'une éducation scientifique large* » (ibid., p. 38) et sont « *tout naturellement centré[es] sur la résolution de problèmes* » (ibid., p. 38). L'apprentissage a une visée plus large que d'acquérir des connaissances mathématiques :

> *Les connaissances et les savoir-faire développés au cycle 3 doivent contribuer au développement d'une pensée rationnelle, à la formation du citoyen, et permettre de bénéficier au mieux de l'enseignement donné au collège. Ce triple impératif concerne aussi bien les connaissances que doivent acquérir les élèves que leur capacité à les mobiliser, de façon autonome, pour résoudre des problèmes* (ibid., pp. 225-226).

La portée de l'enseignement est encore précisée dans le document d'application :

> *Une dimension culturelle*
> *Faire des mathématiques, penser des objets « abtraits » comme les nombres, les figures, débattre du « vrai » et du « faux » en utilisant des connaissances partagées qui permettent de dépasser l'argument d'autorité, c'est commencer à s'approprier des éléments de la culture scientifique. Cette culture se caractérise certes par des connaissances, mais elle s'exerce principalement à travers les activités de résolution de problèmes et les débats auxquels peuvent donner lieu les solutions élaborées par les élèves* (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c*, p. 5).

Enfin, l'utilisation des manuels est assez explicitement requise : « *Les manuels doivent redevenir les instruments de travail qu'ils n'auraient jamais dû cesser d'être. Ils offrent aux élèves de multiples occasions de lectures et de recherches autonomes que ne permet pas la multiplication de photocopies, expression du savoir fragmenté* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, p. 54).

Dans ces documents, on trouve donc une vision large et ambitieuse de l'enseignement des mathématiques.

Nature des activités Les contextes envisageables pour mener les activités mathématiques et les modalités de gestion doivent être variés[106]. Le document d'application donne des indications sur l'organisation de la classe : « *Les séances d'enseignement comportent en général différentes phases, avec des modes d'organisation diversifiés. Les phases de recherche sont souvent plus efficaces et plus riches si elles sont conduites en petits groupes ou en ateliers, facilitant la confrontation des idées entre pairs et favorisant l'intérêt de tous les élèves pour la tâche proposée* » (Ministère de

[105] Cf. notamment (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, pp. 170-171, 175).

[106] « *Les situations sur lesquelles portent les problèmes proposés peuvent être issues de la vie de la classe, de la vie courante, de jeux, d'autres domaines de connaissances, ou s'appuyer sur des objets mathématiques (figures, nombres, mesures. . .). Elles sont présentées sous des formes variées : expérience concrète, description orale, support écrit (texte, document, tableau, graphique, schéma, figure)* » (ibid., pp. 225-226).

l'Éducation Nationale 2002*c*, p. 10). Il précise aussi, par exemple, la manière dont on peut présenter les problèmes : à l'oral avec l'aide d'un matériel, à l'oral avec l'aide de quelques éléments écrits au tableau, sous forme d'un énoncé écrit qui devra ensuite être reformulé et explicité à l'oral[107]. Par ailleurs, les programmes soulignent l'attention que les enseignants doivent porter aux productions des élèves à divers moments de leur enseignement. On retrouve à plusieurs endroits l'insistance sur (1) l'intérêt des procédures personnelles et (2) le thème de la continuité avec les apprentissages initiés en cycle 2[108].

Le document d'application présente spécifiquement les « *problèmes de recherche* », autrement dit, les activités RPP, en mettant l'accent sur plusieurs de ses caractéristiques[109] et en insistant à plusieurs endroits sur le rôle primordial de l'enseignant. On lit par exemple que :

> *Dans ces activités, l'enseignant doit créer les conditions d'une réelle activité intellectuelle des élèves. Lors de la résolution d'un problème, les élèves ne doivent pas se lancer trop vite dans un calcul avec les nombres de l'énoncé, ou appliquer ce qui vient d'être étudié en classe, sans s'interroger sur la pertinence des connaissances utilisées et sur la plausibilité du résultat. Ils doivent être mis en situation de prendre en charge les différentes tâches associées à la résolution d'un problème :*
> – *faire des hypothèses et les tester ;*
> – *élaborer une démarche pertinente afin de produire une solution personnelle ;*
> – *organiser par un raisonnement différentes étapes d'une résolution ;*
> – *vérifier par eux-mêmes les résultats obtenus ;*
> – *formuler une réponse dans les termes du problème ;*
> – *expliquer leurs méthodes, les mettre en débat, argumenter*
> (ibid., p. 8).

D'une part, les activités RPP sont distinguées des activités RPP/ONT et des exercices d'applications plus ou moins directes et, d'autre part, il est souligné, implicitement, que les potentiels d'une activité dépendent du contexte de la classe et de la gestion de l'enseignant[110].

[107]Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c*, pp. 8-9).

[108]On lit par exemple que : « *Au travers de ces activités, le développement des capacités à chercher, abstraire, raisonner, prouver, amorcé au cycle 2, se poursuit. Pour cela, il est nécessaire de prendre en compte [Dans le document d'application (pp. 225-226), c'est l'expression "porter une attention particulière" qui est utilisée] les démarches mises en oeuvre par les élèves, les solutions personnelles qu'ils élaborent, leurs erreurs, leurs méthodes de travail, et de les exploiter dans des moments de débat* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, pp. 225-226).

[109]« *Dès l'école élémentaire, les élèves peuvent être confrontés à de véritables problèmes de recherche, pour lesquels ils ne disposent pas de solution déjà éprouvée et pour lesquels plusieurs démarches de résolution sont possibles. C'est alors l'activité même de résolution de problèmes qui est privilégiée dans le but de développer chez les élèves un comportement de recherche et des compétences d'ordre méthodologique : émettre des hypothèses et les tester, faire et gérer des essais successifs, élaborer une solution originale et en éprouver la validité, argumenter. Ces situations peuvent enrichir leur représentation des mathématiques, développer leur imagination et leur désir de chercher, leurs capacités de résolution et la confiance qu'ils peuvent avoir dans leurs propres moyens* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c*, p. 7).

[110]« *Les activités relatives à la résolution de problèmes portent sur : des problèmes de recherche, c'est-à-dire des problèmes pour lesquels l'élève ne dispose pas de démarche préalablement explorée : certains de ces problèmes sont utilisés pour permettre la construction de connaissances nouvelles, d'autres sont davantage destinés à placer l'élève en situation de chercher, d'élaborer une solution originale ; des problèmes destinés à permettre l'utilisation des acquis antérieurs dans des situations d'application et de réinvestissement ; des problèmes destinés à permettre l'utilisation conjointe de plusieurs connaissances dans des situations plus complexes. Certains problèmes offrent l'occasion de mettre en relation des connaissances numériques et des connaissances géométriques, alors que d'autres problèmes peuvent se situer en dehors du domaine numérique (problèmes purement géométriques, problèmes de type logique...). Un même*

Les attentes de l'institution sont donc décrites avec un certain souci du détail et avec insistance puisque l'on retrouve plusieurs des extraits proposés ici dans le document *Des problèmes pour chercher* et dans le document d'application du cycle 2. La liaison avec le collège est aussi évoquée au travers de l'apprentissage de la démarche de preuve[111].

Rôles, motivations et contraintes des acteurs Contrairement à certaines expérimentations étudiés plus haut, les chercheurs mathématiciens ne sont pas cités dans les documents. En précisant la nature des activités à mener en classe, on a déjà vu le rôle attendu de l'élève. De même, on a vu le rôle important donné à l'enseignant qui est chargé justement de préserver la nature de ces activités, nous n'y reviendrons pas. On note que ce dernier doit s'assurer de la maîtrise de certaines compétences exigées des élèves à la sortie du cycle 3 dans les programmes et le document d'application[112] :

- *utiliser ses connaissances pour traiter des problèmes ;*
- *chercher et produire une solution originale dans un problème de recherche, mettre en oeuvre un raisonnement, articuler les différentes étapes d'une solution ;*
- *formuler et communiquer sa démarche et ses résultats par écrit et les exposer oralement ;*
- *contrôler et discuter la pertinence ou la vraisemblance d'une solution ;*
- *identifier des erreurs dans une solution en distinguant celles qui sont relatives au choix d'une procédure de celles qui interviennent dans sa mise en oeuvre ;*
- *argumenter à propos de la validité d'une solution.*

(Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, p. 234)

De plus, le lien avec l'apprentissage de la maîtrise de la langue annoncé plus haut est encore explicité. Il prend notamment place dans des phases collectives et de débat où l'enseignant à un rôle à jouer en apportant le vocabulaire spécialisé quand c'est nécessaire. L'enseignant doit aussi être attentif aux difficultés que peuvent causer certains énoncés écrits[113].

Conclusion sur le contenu du programme et du documents d'application Dans le programme et le document d'application, l'accent est donc mis sur l'objectif majeur qui est la maîtrise de la langue. Celle-ci est à travailler dans toutes les disciplines dont les mathématiques, tant à l'oral qu'à l'écrit. L'enseignement des mathématiques est conçu dans le cadre plus large de l'éducation

problème, suivant le moment où on le propose, les connaissances des élèves à qui on le destine et la gestion qui en est faite, peut relever de l'une ou l'autre des catégories » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c*, p. 13).

[111]« *Au cycle 3, les élèves apprennent progressivement à formuler de manière plus rigoureuse leurs raisonnements, s'essaient à l'argumentation et à l'exercice de la preuve* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, pp. 225-226).

[112]L'ensemble de ces compétences sont rappelées page 13 du document d'application du cycle 3. À la suite de la dernière compétence, il a été ajouté « [...] produite par soi-même ou par un camarade (ceci suppose que les élèves ne pensent pas que la démarche est unique, et donc que l'enseignant accepte des démarches différentes) ». L'incidence de l'activité de l'enseignant est donc encore ici mis en exergue.

[113]« *Dans les moments de réflexion collective et de débat qui suivent le traitement des situations, l'usage ordinaire de la langue orale et les formulations spontanées des élèves prévalent. Ils sont toutefois complétés par le recours à un lexique et à des formulations spécifiques, nécessaires à la rigueur du raisonnement. Une attention particulière doit être portée aux difficultés de lecture des énoncés que rencontrent de nombreux élèves afin, d'une part, de ne pas pénaliser les élèves dont l'autonomie face à l'écrit est insuffisante, d'autre part, de travailler les stratégies efficaces de lecture de ces types de textes. L'écriture comporte, en mathématiques, différentes formes qui doivent être progressivement distinguées : écrits pour chercher, écrits pour communiquer une démarche et un résultat, écrits de référence* » (ibid., pp. 225-226).

scientifique des élèves et l'importance du rôle de la résolution de problèmes dans l'apprentissage des mathématiques est rappelée. Une typologie propose de distinguer les activités RPP des RPP/ONT et des exercices d'applications plus ou moins directes.

À plusieurs endroits, l'attention de l'enseignant est explicitement attirée sur plusieurs des rôles importants qu'il a notamment à jouer :

– dans le choix judicieux des problèmes de recherche proposés aux élèves en fonction de divers critères ;
– en étant attentif aux difficultés de certains élèves devant les énoncés écrits. Il doit prévoir de faire travailler les stratégies efficaces de lectures des énoncés mathématiques ;
– quant aux choix des supports et des modalités de travail parmi la variété qui est envisageable ;
– quant à la nécessité de s'appuyer sur les productions des élèves et sur des débats au sein de la classe.

Le document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher*

Le document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher* s'appuie sur le plan suivant :

– référence au programme de l'école primaire et aux documents d'application des cycles 2 et 3 ;
– présentation de quatre fonctions de la résolution de problèmes ;
– narration d'un épisode de recherche en CM1/CM2 ;
– caractéristiques du « problème pour chercher » ;
– pourquoi des « problèmes pour chercher » à l'école primaire ;
– modalités de mise en oeuvre du « problèmes pour chercher » ;
– « problèmes pour chercher » du cycle 1 au cycle 3
– ressources pour trouver de tels problèmes.

Comme nous l'avons déjà signalé précédemment[114], le début du document reprend des passages du programme et des documents d'application. Le paragraphe titré *Plusieurs fonctions pour la résolution de problèmes* présente, sous une forme différente, la même typologie de problèmes que celle proposée dans le document d'application mais, d'une certaine manière, l'intérêt propre des deux catégories d'activités de recherche, RPP et RPP/ONT, est comme minoré : « *Dans ce dernier cas, nous parlerons de "problèmes pour chercher" alors que dans les précédents nous pourrions parler de "problèmes pour apprendre"*[115]*, en soulignant l'aspect réducteur de ces dénominations, puisque, dans tous les cas, l'élève mobilise des connaissances et se trouve placé en situation de recherche* ». Ainsi, on peut ne plus trop savoir s'il est intéressant de distinguer ou non les deux catégories présentées alors que le document souhaite justement expliquer l'intérêt de la première.

Le document propose, sur deux pages A4, la narration d'un « *épisode de recherche* » dans une classe de CM1/CM2. Cet épisode n'est pas analysé, ce qui fait qu'on ne sait pas s'il est ou non fictif, s'il doit être considéré ou non comme un modèle, s'il s'est déroulé ou non comme prévu, si des alternatives sont possibles et intéressantes à mettre en oeuvre. Espérant obtenir de ce texte des informations opérationnelles, nous faisons l'hypothèse plausible qu'il est représentatif d'une séance relativement « bien gérée » et, sous cette hypothèse, nous avons parcouru la narration de cet épisode en notant les points qui, selon nous, seraient susceptibles d'un questionnement de la part des enseignants. Dans le tableau 4.1 page suivante, nous ne reprenons pas la totalité de notre analyse

[114] Cf. page 115.

[115] Notons que l'on retrouve ces deux catégories de problèmes dans les ouvrages ERMEL.

mais seulement quelques extraits représentatifs du document accompagné d'une interprétation ou d'un questionnement plausible d'un enseignant.

Extraits ou résumés d'extraits	*Interprétation ou questionnement*
La maîtresse partage sa classe de CM1-CM2 en cinq groupes de quatre élèves et un groupe de trois élèves.	Il y a possibilité de mener un *problème pour chercher* dans une classe double niveau. Les groupes n'ont pas à être de même taille mais il n'y a pas d'indications sur la formation des groupes. Faut-il par exemple mélanger les niveaux d'enseignement au sein des groupes ?
[...]	[...]
L'enseignante donne les consignes du travail personnel puis en groupes, indique des durées	On comprend qu'il faut donner une certaine structure à la recherche et préparer les élèves à la mise en commun avec des consignes précises comme celles données dans l'épisode. Les raisons de ces choix ne sont pas indiquées. Y a-t-il des options valables ou non (durées, recours aux affiches, etc.) ?
[...]	[...]
L'enseignante donne le signal du travail de groupe	Pourquoi travailler en groupes à ce moment ? Y a-t-il des moyens de gérer efficacement ce passage ? Et si les élèves n'ont pas l'habitude de travailler en groupes ?
[...]	[...]
L'enseignante passe dans les groupes mais n'apporte pas d'indication susceptible d'orienter le travail des élèves	Est-ce toujours tenable ou utile ? Que faire si des groupes ou des élèves semblent ne pas avancer ?
Ces observations lui permettront de mieux gérer la mise en commun qu'elle va organiser.	Qu'observe l'enseignante pour mieux gérer la mise en commun ? Quelles exploitations en déduit-elle ?
[...]	[...]
L'enseignante ouvre un débat sur les différents types d'erreurs puis sur l'unicité de la réponse	Comment cela s'est-il déroulé ?
[...]	[...]
L'enseignante reprend une semaine plus tard sur un problème de même structure	Raisons de ce choix ? Options ? Risque de tomber dans une « application » quand bien même chaque groupe aurait des nombres différents ? Est-ce souhaitable ?

TAB. 4.1: Discussion de l'« *épisode de recherche* ».

À partir de ces quelques extraits, nous voyons que l'épisode relaté est susceptible d'évoquer un grand nombre de questions chez l'enseignant souhaitant pratiquer des activités RPP avec ses élèves. Les options qui s'offrent à lui et les moments qui ne se dérouleraient pas comme prévus ne sont pas évoqués dans cet épisode « judicieusement bien choisi ». On pourrait décrire brièvement l'épisode relaté ainsi : « C'était une bonne situation et tout s'est bien passé dans cette classe où tous les élèves se sont impliqués sauf peut-être certains dans la phase individuelle du début... » et on serait tenter d'ajouter « ...comme dans un conte de fées... »

Les trois sections suivantes sont intitulées *Caractéristiques du « problème pour chercher »*, *Pourquoi des « problèmes pour chercher » à l'école primaire* et *Les modalités de mise en oeuvre du « problème pour chercher »*, elles apportent davantage d'aides opérationnels aux enseignants. En premier lieu, il faut noter que les cinq objectifs justifiant la pratique des *problèmes pour chercher* ne sont pas spécifiques aux mathématiques[116] et que le rôle du contre-exemple, de la valeur du vrai et du faux en mathématiques ne sont, par exemple, pas évoqués. En second lieu, le texte décrit ce qu'il faut faire et différentes manières de le faire. Plusieurs points, dont certains déjà vus dans le document d'application, sont évoqués[117].

Ayant mené l'analyse du contenu sur l'ensemble des trois sections sus-citées, nous n'allons reprendre et commenter que quelques aspects représentatifs concernant la présentation des problèmes, les phases de recherche, les phases de mise en commun et les phases de conclusion, Concernant la présentation des problèmes, l'accent est mis sur l'idée de « *défi* » ou d'une « *mise en scène* » du problème afin de favoriser la dévolution du problème. À propos du matériel, on souligne que « *Les élèves ne doivent pas pouvoir résoudre le problème uniquement en manipulant le matériel* ». L'illustration qui est donnée est liée à l'épisode de recherche et concerne un point particulier de cette mise en scène. Concernant les phases de recherche, l'intérêt d'une recherche individuelle puis en groupe est évoquée mais le rôle de l'enseignant quant au passage de l'une à l'autre n'est pas précisé ou illustré. Cependant, l'attention est attirée sur le rôle du maître qui doit observer les travaux des élèves : « *les choix du maître dans la désignation des rapporteurs et dans leur ordre de passage reposent sur les observations faites pendant la recherche* ». La façon d'« observer » n'est pas davantage précisé. Essentiellement, les phases de mise en commun sont réduites à un seul cas envisageable : faire présenter toutes les productions en commençant par les solutions erronées. La justification en est donné en note de bas de page : « *il est peu pertinent de situer en fin de présentation des solutions erronées, à un moment où tout le monde est déjà convaincu par une solution correcte* ». Nous ne reprendrons pas les limites de cet argument déjà évoquées lors de notre étude de l'expérimentation des « problèmes ouverts »[118]. Cependant, dans une autre section, on trouve tout de même une autre proposition, celle d'une courte mise en commun partielle au début de la recherche afin de favoriser la dévolution du problème. Quant aux débats entre pairs, le texte précise qu'ils peuvent avoir lieu au fur et à mesure de la présentation des productions ou alors seulement lorsque toutes les propositions ont été présentées. Le fait que la présentation de toutes les propositions puisse être peu pertinente et le fait que les productions des élèves ne soient pas toujours aisées à comprendre, par l'enseignant ou par les autres élèves, ne sont pas évoqués[119]. Concernant le rôle de l'enseignant, il

[116]En effet, il s'agit de développer la capacité de l'élève à faire face à des situations inédites, de permettre à l'élève de prendre conscience de la « *puissance de ses connaissances* », de valoriser des comportements et des méthodes essentiels pour la construction de leurs savoirs, de permettre à l'élève de développer « *des capacités argumentatives* » lors des phases d'échanges et de débats, et de contribuer à l'éducation civique des élèves – sont évoqués l'entraide, les associations d'idées entre pairs, l'écoute, la prise en compte et le respect de l'autre.

[117]Par exemple, la variété des problèmes envisageables, des façons de les présenter, l'intérêt de l'oral pour présenter les problèmes au motif que l'écrit peut être un frein à l'appropriation du problème.

[118]Cf. page 103.

[119]Pendant les phases de débat, il est aussi dit que l'enseignant peut se positionner au fond de la classe pour éviter que « *les échanges se fassent réellement entre les élèves et non pas entre le maître et les élèves* ». On aurait pu aussi noter que la position géographique dans la classe n'est pas le seulement élément qui « *compte* » – il faut aussi utiliser des consignes adéquates – et que cette position permet de vérifier qu'on entend bien les rapporteurs et que l'on voit ce qui est écrit au tableau. Ce sont en effet des points important lors des phases d'échanges entre élèves.

est dit que « *le maître n'apporte aucune aide sur la résolution du problème* » puis que « *Le maître ne doit pas aider personnellement les élèves afin qu'ils n'attendent pas systématiquement un coup de pouce de sa part* ». Cette position nous semble extrême d'autant qu'elle n'est pas discutée et que c'est davantage la généralisation de cette technique qui peut être gênante[120]. L'enseignant ne reste pas inactif pour autant, il « *circule, observe, note des éléments intéressants* » mais ces éléments ne sont pas véritablement opérationnels. Concernant la phase de conclusion, il s'agit principalement de récapituler des éléments tout à fait en rapport avec les objectifs de ces activités. Il s'agit : « *sous forme d'échanges entre le maître et la classe, de valoriser les qualités observées, de dénoncer les défauts, d'ancrer les comportements essentiels et les procédures intéressantes qui pourront être réinvesties dans une prochaine séance de* problème pour chercher ». Cependant, d'une part, aucun exemple ou lien avec l'épisode ne sont donnés alors que l'enseignante y fait justement un bilan sur les procédures « *d'essais-ajustements* ». D'autre part, l'idée selon laquelle « *La validation de la solution doit être le plus possible à la charge des élèves* » est développée sur quatre lignes mais aucun exemple et aucune référence à l'épisode ne sont indiqués. Enfin, face à l'éventualité où tous les élèves ne trouvent pas, le document propose de mener des problèmes du même type pour permettre à ces élèves de progresser. Plus précisément, un peu en contradiction avec les objectifs de ces activités et le contenu de la phase de conclusion citée ci-dessus, il s'agit en réalité ici de progresser dans les techniques de résolution du problème particulier – qui sont rarement au programme – et non de progresser dans les compétences annoncées au tout début du document (être capable de faire des hypothèses, etc.).

Le document aborde aussi la question des activités aux cycles 1, 2 et 3 et on comprend qu'il y a une progression dans la capacité des élèves à argumenter, à participer à un débat, à se saisir d'un problème, à résoudre des problèmes de plus en plus difficiles, etc.[121] mais, cette fois, il n'y a pas ou très peu de techniques directement opérationnelles données explicitement.

Le document se termine par une nouvelle typologie des problèmes pour chercher et une liste de ressources. La typologie est donnée sans que soit précisée son origine ni si elle est exhaustive ou si elle a valeur de prescription. Les catégories correspondent respectivement aux problèmes dont la résolution peut être faite par « essais-ajustements », ceux dont la résolution nécessite une organisation pour obtenir toutes les possibilités, ceux qui privilégient le recours à la déduction. À la lecture des explications et des exemples fournis, il faut comprendre que le classement est basé sur les procédures optimales de résolution à la portée des élèves, et non sur les procédures qu'ils risquent généralement d'engager pour le résoudre[122]. De plus, les catégories ne sont pas explicitement définies. Par exemple, la déduction est à l'oeuvre dans chacun des quatre problèmes proposés en illustration. Quelques éléments de résolution sont donnés pour chacun de ces problèmes, mais l'enseignant devra résoudre lui-même le problème pour comprendre tous les éléments présentés.

[120]En effet, l'enseignant peut en effet donner des éléments sur la résolution du problème sans dénaturer totalement l'activité de recherche, s'il pense, par exemple à une « progression » sur l'année de certains élèves en difficulté. Il peut aussi avoir besoin de le faire par exemple en cas de blocage prolongé dans la classe, situation non évoquée dans le document.

[121]Un exemple de jeu sur une variable didactique – l'expression n'est pas utilisée – est présenté au cycle 1. On trouve des appels à accompagner les formulations des élèves (cycle 1 et 2), à inviter les élèves à refaire l'action devant leurs camarades s'ils ne peuvent la formuler (cycle 1), à s'appuyer sur l'écrit, à aider les élèves à rapprocher les solutions, à encourager les échanges, à assurer le maintien des discussions autour d'une proposition donnée, à relancer l'implication des élèves, à discuter d'une proposition par petits groupes et pendant un court moment, etc.

[122]En effet, sans cette hypothèse, les problèmes présentés relèvent de chacune des trois catégories.

Enfin, une liste de ressources pour trouver des problèmes pour chercher est proposée. Cette liste évoque « certains manuels », « des travaux de recherche » dont ceux de l'équipe ERMEL, les concours et rallyes mathématiques, certaines publications de la COPIRELEM ou des revues pour les enseignants (Grand N). Un seul exemple précis est donné : le spécial Grand N « Points de départs » (IREM de Grenoble 2003).

Conclusion

Les trois documents qui constituent les I.O. et qui concernent les activités RPP sont donc à la fois redondantes et complémentaires quant à leur contenu. Le rôle de l'enseignant y décrit comme important et plusieurs de ses tâches sont abordées. À cet égard, nous retrouvons plusieurs éléments pertinents déjà rencontrés dans l'étude des expérimentations autour des « problèmes ouverts ». Cependant, nous avons aussi souligné à plusieurs reprises que les éléments apportés sont généralement peu illustrés, par exemple en ce qui concerne les consignes utiles pour gérer différents moments d'une séance et que certains éléments importants sont, selon nous, déclarés à tort comme non pertinents ou sont manquants, tel, par exemple, la modalité d'une transition entre des travaux individuels et des travaux de groupe. Le lien avec la maîtrise de la langue, très présent dans les programmes et le document d'application, est quasiment absent du document d'accompagnement.

Enfin, il faut noter que trois aspects spécifiques des activités RPP sont absents des I.O. concernant les mathématiques alors qu'ils semblent chers aux auteurs des expérimentations étudiées plus haut : l'importance du contre-exemple, celle des notions de vrai et de faux et le concept de « plaisir »[123]. Ce constat nous semble important à souligner car il révèle un manque d'information des enseignants. Pour autant, nous n'avons pas trouvé d'explication de cet état de fait.

4.3.2 Analyse ergonomique par inspection des I.O.

En complément de l'analyse de contenu des I.O., il s'agit d'étudier plus maintenant en détail leur ergonomie à l'aide des concepts présentés au chapitre 15[124]. Cette étude consiste en une analyse ergonomique « a priori » – c'est à dire, pour les ergonomes, d'une évaluation par inspection – en ce sens que nous allons seulement considérer la façon dont les enseignants peuvent raisonnablement lire, comprendre et mettre en oeuvre ces instructions sans étudier la façon dont ils le font effectivement. Pour cela, nous avons retenu les quatre dimensions : utilité, utilisabilité, adaptabilité et acceptabilité. Les instructions sont utiles si elles permettent à celui qui les lit d'apprendre ce que l'institution attend de lui. Ceci concerne en partie l'analyse du contenu que nous avons menée précédemment et nous allons seulement revenir sur certains aspects avec l'éclairage des dimensions ergonomiques. Les I.O. sont utilisables si elles donnent a priori des moyens aux enseignants pour mettre en oeuvre ce qui leur est demandé. Nous allons notamment analyser si les I.O. prennent en compte les pratiques existantes des enseignants, si elles décrivent des options et des aménagements possibles – c'est un critère d'adaptabilité – et si elles paraissent cohérentes au niveau des moyens proposés. Enfin, nous allons évaluer l'acceptabilité a priori de ces I.O.. Il s'agit d'étudier si les enseignants utiliseront les I.O. pour faire leur travail. L'acceptabilité dépend principalement des deux

[123] On ne trouve qu'une fois le concept de « plaisir » mais c'est à propos du « plaisir du jeu » en maternelle. À l'inverse, on le retrouve à plusieurs reprises dans les I.O. concernant la maîtrise de la langue, l'éducation physique et sportive, les arts plastiques ou la musique

[124] Cf. section 2.4 page 43.

précédentes dimensions : utilité et utilisabilité, mais aussi des questions d'accès « physique » aux documents et de la distance entre les pratiques préconisées et les pratiques habituelles.

Les dimensions ergonomiques étant interdépendantes, nous avons choisi de structurer notre propos autour des axes suivants : l'accès aux I.O., la terminologie utilisée dans les documents, les aspects opérationnels et les références données.

Sur l'accès

Malgré leur caractère officiel, l'accès effectif et physique des enseignants aux I.O. n'est pas bien assuré. Nous avons personnellement constaté chaque année depuis leur parution et jusqu'en 2007 que, contrairement au programme et document d'application, les documents d'accompagnement sont assez méconnus. Nous pensons en avoir identifié quelques raisons. Tout d'abord, le fait que les divers documents qui forment les I.O. n'aient pas le même statut joue probablement un rôle. En effet, nous avons déjà souligné que les documents d'application et d'accompagnement n'ont pas la valeur d'obligation que les programmes, eux, parus au BOEN. De plus, dans le document d'accompagnement, on fait référence au programme et au document d'application et il y a aussi des références mutuelles entre le programme et le document d'application. À l'inverse, il n'est pas fait mention des documents d'accompagnement dans le programme et les documents d'application, exception faite page 45 du document d'application, c'est à dire quasiment à la fin, d'une référence au document d'accompagnement « Calculatrices »[125]. Enfin, les instructions officielles sont regroupées au sein d'au moins trois documents disponibles dans des formats différents et auprès de fournisseurs différents[126]. Une fois que l'enseignant a connaissance de l'existence des documents et qu'il s'en est procuré un exemplaire, il peut en prendre connaissance. Pour ce qui concerne très explicitement les mathématiques, ces documents équivalent environ à la lecture de plus d'une centaine de pages au format A4[127]. Rappelons qu'il lui faut lire aussi les instructions concernant les autres disciplines et « parcourir » celles des cycles qui précèdent ou suivent le cycle dans lequel il enseigne...

[125] Le document « Calculatrices » s'intitule en réalité « Utiliser les calculatrices en classe ».

[126] Le programme est en effet disponible dans le BOEN, sous sa forme papier, en ligne à l'adresse http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm. sous forme de pages Web, ou encore sous forme éditée (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*). Les documents d'application et d'accompagnement sont, eux, édités sous la forme de deux brochures au format A4 diffusées par le Centre national de documentation pédagogique (CNDP) ou bien en ligne. Ils étaient disponible au format PDF à certaines adresses qui ont été modifiées ensuite. Par exemple, l'adresse http://www.cndp.fr/textes_officiels/ecole/math_Ecole_C3.pdf ne fonctionnait plus au 25 juin 2007 et était remplacée par http://www.cndp.fr/archivage/valid/37570/37570-6102-5922.pdf. Quant aux documents d'accompagnement, en 2002, ils existaient seulement en ligne sous forme de neuf fichiers à télécharger séparément sur le site Web EDUSCOL. Ils sont toujours accessibles avec les mêmes adresses mais les liens ne sont plus indiqués sur le site Web. Par exemple, http://www.eduscol.education.fr/D0048/pb_pour_chercher.pdf est toujours accessible (consulté le 21 mai 2009). L'édition imprimée a conduit à leur regroupement. On trouvait alors sur le site Web EDUSCOL un accès au programme sous la forme d'un lien hypertexte renvoyant au BOEN en ligne : http://eduscol.education.fr/D0048/primacc.htm (consulté le 25 juin 2007). Au même endroit, un accès aux « Accompagnement des programmes » était proposé. Il s'agissait en réalité des documents d'application et des documents d'accompagnement. Cet accès aux différentes documents d'accompagnement était direct en 2002 mais a ensuite été modifié par un lien renvoyant à une page spécifique du site Web du CNDP. Il fallait ensuite cliquer sur un lien « Découvrir le monde - Éducation scientifique » qui offrait alors un accès au document d'accompagnement. Notons que, sur cette dernière page; le lien « Tous domaines d'enseignement », lui, n'y donnait pas accès ! On retrouvait cette grande variété d'accès et de supports pour d'autres disciplines enseignées à l'école primaire comme, par exemple, pour la maîtrise de la langue.

[127] On trouve en effet environ 10 pages par cycle pour les programmes, 40 pages par cycle pour les documents d'application et 100 pour les documents d'accompagnement, tous cycles confondus.

Considérant la quantité de texte que les enseignants doivent lire et la diffusion peu rationnelle de ces textes, nous pensons que les enseignants ne lisent généralement pas ces textes dans leur totalité. Ils peuvent donc passer à côté de certaines informations utiles à leur travail. Tout ceci pénalise donc clairement l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité des I.O..

Sur la terminologie

Le langage employé est relativement simple et peu technique. Par exemple, nous avons noté plus haut une référence au concept de *variable didactique* (Ministère de l'Éducation Nationale 2005) mais elle est implicite. Concernant les « problèmes pour chercher », nous avons pourtant trouvé une exception remarquable. Alors que la présentation dans une liste à quatre items dans les programmes[128], au lieu de trois dans les documents d'application[129], facilitent la distinction des quatre « *fonctions des problèmes* », nous avons vu que le choix de la terminologie est mis en cause et que l'intérêt spécifique des *problèmes pour chercher* est minoré dans l'introduction du document *Les problèmes pour chercher*, alors même que l'objectif du document vise à le majorer[130].

En résumé, la terminologie utilisée rend donc le discours relativement facile à lire et favorise ainsi l'utilité des I.O.. À l'inverse, comme nous l'avons aussi évoqué au début de ce chapitre, cette imprécision de la terminologie, reconnue au sein même des documents, fait que les mêmes éléments sont repris au fil des I.O. avec des dénominations ou des formes différentes, ce qui, cette fois, ne favorise pas leur utilité. L'utilisabilité n'est pas non plus favorisée par ce choix qui ne permet pas une prise de repères pratiques et ne facilite pas la communication entre les enseignants. Avec une terminologie plus précise, il est en effet possible de se rapporter facilement à certains aspects des demandes institutionnelles et d'échanger avec moins d'ambiguïté. C'est un élément de formation des enseignants.

Sur les aspects opérationnels

Les I.O. insistent à plusieurs reprises sur le rôle de l'enseignant et proposent plusieurs perspectives qui ne font pas toujours partie du répertoire des enseignants. Le fait que des pratiques, sans doute minoritaires, soient présentées avant d'autres, plus courantes, nous semble les mettre en exergue et donc participe à l'utilité des I.O.. On lit par exemple[131] « *Les situations [...] sont présentées sous des formes variées : expérience concrète, description orale, support écrit (texte, document, tableau, graphique, schéma, figure)* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*, pp. 225-226). Ici, le support écrit vient en dernier alors que, à notre connaissance, il est prédominant dans les pratiques enseignantes au cycle 3.

Par ailleurs, même si elle n'est pas relayée dans le document d'accompagnement, l'insistance sur la maîtrise de la langue dans le programme et le document d'application peut s'avérer contre-productive. En effet, devant les difficultés des élèves face aux énoncés écrits en mathématiques, des enseignants peuvent déduire des textes officiels qu'il convient, non seulement d'être attentif et de varier les modalités de présentation, mais surtout de prévoir un travail spécifique. Or, Coppé et Houdement (2002) ont montré que les activités de résolution de problèmes qui figurent dans les

[128]Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2005).
[129]Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c*).
[130]Cf. page 117.
[131]La présentation des types de problèmes dans (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*c*) en est un autre exemple.

manuels sont en fait fréquemment des activités de maîtrise de la langue. De plus, notre expérience de formateur nous a montré qu'elles constituaient souvent l'essentiel de l'enseignement à la résolution de problèmes et les I.O. demandent que les manuels soient davantage utilisés. Finalement, notre explication tend à montrer que si l'analyse de contenu est en faveur de l'utilité des I.O., la considération des pratiques existantes fait douter de cette utilité et des pratiques considérées comme peu pertinentes vis à vis de la demande institutionnelle en matière de « problèmes pour chercher » risquent de s'accentuer alors qu'on voudrait les voir diminuer : l'utilité des I.O. est mise en défaut.

Nous avons déjà noté que les apports des I.O. n'étaient pas toujours illustrés d'exemples et nous revenons sur ce point de manière plus précise. L'« épisode de recherche » du document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher* peut être considéré comme un modèle et ainsi fournir implicitement des aides opérationnelles à l'enseignant comme, par exemples, pour ce qui concerne les consignes. Cependant, il y a deux aspects que nous voulons relever.

En premier lieu, les liens faits avec cet épisode dans les autres parties du document sont rares et l'utilisabilité de ce document est d'autant réduite. Dans le cadre de la théorie anthropologique du didactique, on pourrait dire que la rareté des couples « types de tâches-techniques » contraste avec l'abondance de texte et de perspectives et on se repose sur l'investissement personnel des enseignants et sur les composantes médiative, sociale et personnelle de leur pratique. Les risques d'effet « Topaze » ne sont, par exemple, pas évoqués et, si on considère que les pratiques majoritaires existantes ne sont pas souvent pertinentes au regard des I.O., on conclut alors que l'utilisabilité des I.O. est trop restreinte pour que les choses changent d'elles-mêmes.

En second lieu, nous avons souligné plus haut que l'épisode relaté se déroule « trop bien ». Ceci fait que, s'il illustre bien ce qu'il est possible de faire et ce qui est demandé – ce qui crédite son utilité –, à l'inverse, il ne propose pas de solution pour les problèmes que risquent de rencontrer les enseignants, notamment ceux qui débutent dans ces nouvelles pratiques, dans des déroulements moins « idéaux » – ce qui limite encore son utilité, son utilisabilité et aussi son acceptabilité. Devant le manque de techniques mobilisables[132], les enseignants seront moins à même de mettre en pratique ce qui leur est demandé. À cet égard, les I.O. manquent d'une analyse systématique des options qui s'offrent à l'enseignant pour gérer certaines phases délicates de la gestion des activités RPP.

Sur les références

Il est assez rare que les instructions officielles donnent ou évoquent les références qui ont servi à leur conception. Le programme et le document d'application n'échappent pas à cette « règle »[133] mais le document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher*, lui, s'en affranchit[134]. Plu-

[132] Au sens de (Robert 1998).

[133] En dehors de notre problématique, nous notons par exemple qu'il n'y a pas de référence aux travaux de G. Vergnaud (1981). *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Peter Lang, Berne, alors même qu'ils sont vraisemblablement à l'origine de la rédaction de certaines parties du programme. Les catégories du champs conceptuels des structures additives sont sous-jacentes aux sections *Problèmes résolus en utilisant une procédure experte* et *Problèmes résolus en utilisant une procédure personnelle*. La description des situations est faite dans un langage simple mais les catégories sont finalement peu appréhendables si on ne connaît pas le travail de Vergnaud.

[134] « *La pratique du problème pour chercher commence à se développer sous plusieurs formes. Certains manuels intègrent de tels problèmes à leur progression. Des travaux de recherches (comme ceux de l'équipe ERMEL de l'INRP) fournissent également des exemples de mise en oeuvre. Certaines productions de la COPIRELEM ou des revues pour les enseignants (comme la revue Grand N, éditée par l'IREM de Grenoble), par exemple un numéro spécial de la revue Grand N "Points de départ" (édité en 2003) propose des Activités et problèmes mathématiques pour les élèves du cycle 3.*

sieurs références sont donc données aux enseignants pour trouver des informations complémentaires ce qui pourrait créditer positivement l'utilisabilité des I.O.. Cependant, ce crédit nous semble limité. En effet, la seule référence précise est celle du numéro spécial « Points de départ » de la revue Grand N et les enseignants doivent donc poursuivre leurs recherches pour trouver des *problèmes pour chercher* parmi des ressources proposées qui sont relativement larges et, selon nous, souvent inconnues d'eux. Il leur faudra se les procurer et ensuite analyser ces situations pour juger de leur pertinence par rapport aux I.O., au contexte de leur classe et aussi à leur propre pratique. De plus, les références données ne sont pas forcément pertinentes pour des enseignants qui souhaitent débuter dans la pratique des activités orientées preuve en pairs. En effet, on a rappelé l'analyse menée dans (Coppé et Houdement 2002) qui montre que les activités de résolution de problèmes des manuels sont davantage des activités de maîtrise de la langue en mathématiques, elles semblent donc ne pas être des ouvrages « recommandables ». La liste précise d'ailleurs qu'il s'agit de « certains manuels ». La revue Grand N, elle, propose effectivement dans chaque numéro des activités RPP possibles à mener en classe mais, si l'énoncé du problème est fourni, parfois avec des variantes, il est très rarement accompagné d'une analyse ou même de ses solutions. Nous avons aussi déjà vu dans le travail d'Eysseric que les exercices du rallye mathématiques pouvaient ne pas être les meilleurs candidats pour travailler la démarche de recherche avec les élèves[135]. Finalement, seuls les ouvrages de l'équipe ERMEL, qui est connue de certains enseignants de l'école primaire et qui s'appuie sur un travail de recherche, et, dans une moindre mesure, le spécial Grand N « Points de départs »[136] semblent être des références raisonnables à retenir. Nous étudierons d'ailleurs chacun de ces deux ouvrages dans la section suivante.

Les I.O. de juin 2008

Ces instructions n'ont pas eu d'impact sur notre expérimentation mais il semble tout de même intéressant d'en dire quelques mots. Malgré l'introduction des programmes de mathématiques au cycle 3 qui annonce que : « *La pratique des mathématiques développe le goût de la recherche et du raisonnement, l´imagination et les capacités d´abstraction, la rigueur et la précision. [...] L´acquisition des mécanismes en mathématiques est toujours associée à une intelligence de leur signification. La maîtrise des principaux éléments mathématiques aide à agir dans la vie quotidienne et prépare la poursuite d´études au collège* » (Ministère de l'Éducation Nationale 2008, p. 22), on ne trouve plus mention des *problèmes pour chercher* et certaines formulations peuvent même faire penser que les situations strictement mathématiques n'ont peut-être plus leur place à l'école élémentaire. On lit par exemple : « *Les capacités d'organisation et de gestion des données se développent par la résolution de problèmes de la vie courante ou tirés d'autres enseignements* » (ibid., p. 23, Mathématiques, cycle 3)., ce qui peut faire croire que les problèmes internes aux mathématiques n'ont plus leur place dans leur enseignement. Le message véhiculé par ces instructions semble donc relativement contradictoire et la consultation du *Socle commun de connaissances et de compétences*

Les concours et les rallyes mathématiques organisés dans plusieurs régions de France ou dans d'autres pays sont une autre source d'inspiration pour l'enseignant : ces problèmes sont souvent disponibles en ligne sur le réseau Internet et peuvent être trouvés en utilisant un moteur de recherche. La revue suisse Math-école publie également les épreuves du rallye mathématique transalpin. » (Ministère de l'Éducation Nationale 2005, section « Où trouver de tels problèmes ? »)

[135] Voir page 98.

[136] Cf. (IREM de Grenoble 2003).

ne contribue pas toujours à éclaircir ces contradictions[137].

4.3.3 Conclusion

De notre analyse du contenu et de notre analyse ergonomique par inspection des I.O., nous concluons que celles-ci proposent plusieurs éléments susceptibles de favoriser la diffusion d'activités RPP dans les pratiques enseignants. Elles présentent notamment l'intérêt de chaque catégorie de problèmes, la variété des activités RPP et de leur présentation aux élèves, la nécessité et la faisabilité des débats lors de ces activités de recherche, l'existence de tels problèmes dans la littérature professionnelle et elles insistent sur le rôle important de l'enseignant pour leur mise en place. Cependant, notre analyse ergonomique conduit à penser que l'acceptabilité des I.O. est sans doute faible, autrement dit que les enseignants ne consultent vraisemblablement pas l'ensemble des I.O. ou ne l'utilisent pas dans leur travail. Les raisons principales en sont, d'une part, un défaut d'accès à l'ensemble des documents, et, d'autre part, une utilisabilité restreinte, malgré plusieurs éléments la favorisant. En effet, la consultation des documents donne des pistes de travail à l'enseignant mais, notamment du fait d'un manque d'analyse des options possibles et des critères de choix, celles-ci ne sont pas suffisantes pour préparer la classe. En particulier, il reste de nombreuses zones d'ombre concernant des points cruciaux en matière de gestion des groupes, de gestion des phases de mises en commun, de débats et de conclusion, ainsi qu'une charge importante sur l'enseignant pour sélectionner des situations avant de pouvoir travailler dans la classe. Enfin, il faut rappeler qu'une analyse ergonomique empirique, ce que nous ferons en partie sous forme d'entretiens, serait utile pour compléter cette analyse a priori, ce qui fait que nos conclusions sont donc à prendre avec précaution.

Du point de vue méthodologique, les concepts de l'ergonomie des EIAH que nous avons repris à notre compte au-delà du strict cadre numérique nous ont permis d'approfondir des aspects que l'étude de contenu n'avait pas toujours fait apparaître, ce qui tend à prouver l'intérêt de cette approche en didactique des mathématiques ou même d'autres disciplines.

4.4 Les activités RPP dans la littérature professionnelle

Les I.O. ne sont évidemment pas les seuls éléments susceptibles de donner des informations aux enseignants sur la pratique des activités RPP. Dans la littérature professionnelle, on trouve les manuels des élèves, les ouvrages destinés aux maîtres et, parmi eux, les « livres du maître » accompagnant les manuels. Nous n'aborderons pas ces derniers. En effet, de notre expérience de formateur et selon nos contacts avec les Inspecteurs de l'Éducation Nationale et Conseillers Pédagogiques de Circonscription, les livres du maître sont rarement employés par les enseignants, leur impact sur les pratiques semble donc mineur. De plus, (Houdement 1998 ; Coppé et Houdement 2002) concluent que les activités de résolution de problèmes proposées par les manuels sont essentiellement des activités de maîtrise de la langue en mathématiques et non des activités de recherche en mathématiques. Selon ces résultats, les manuels ne peuvent donc pas contribuer utilement à informer les enseignants sur la pratique des activités RPP.

Parmi les autres ouvrages envisageables, nous avons choisi d'étudier deux références qui fi-

[137] Cf. http://eduscol.education.fr/D0231/ref01.htm pour les textes de référence.

gurent dans la liste proposée à la fin du document *Les problèmes pour chercher*[138] car elles semblent les plus à même d'aider les enseignants qui veulent pratiquer des activités RPP. Afin d'évaluer si ces deux références sont à même d'apporter l'aide attendue, nous allons centrer plus particulièrement l'étude sur deux problèmes : *Golf* proposé par (ERMEL CE2 ; ERMEL CM2) et « Rectangles » proposé par le spécial Grand N « Points de départs » (IREM de Grenoble 2003). Cette étude est composée parallèlement d'une analyse didactique et d'une analyse ergonomique a priori de ces deux problèmes. Les deux problèmes demandant chacun une recherche exhaustive de solutions, nous pourrons en particulier étudier les points communs et les différences sur ce point.

4.4.1 *Golf* selon ERMEL

Nous avons choisi d'analyser le problème *Golf*, que l'on retrouve dans deux ouvrages de la collection ERMEL[139], programmé dans (ERMEL CE2, p. 62-64) en fin d'année scolaire et dans (ERMEL CM2, p. 56-62) en début d'année scolaire ce qui en fait a priori un bon candidat pour un enseignant du cycle 3 qui souhaiterait débuter dans la pratique des activités orientées preuve entre pairs notamment parce qu'il est proposé au début et à la fin de ce cycle. Ainsi, chaque classe de ce niveau est concernée ainsi que les classes à double ou triple niveau du même cycle. Le fait que l'équipe ERMEL ait probablement testé ce problème dans de nombreuses classes du cycle 3 est un critère important pour dire que ce problème peut être proposé à des élèves de ce cycle d'enseignement.

Conceptions d'ERMEL sur l'apprentissage-enseignement

Les auteurs de la collection ERMEL présentent leurs conceptions de l'apprentissage et de l'enseignement au début leurs ouvrages. Celles-ci sont ouvertement de type socio-constructivistes et les auteurs reprennent, notamment dans leur partie intitulée « *Des problèmes pour apprendre à chercher* », des idées similaires à celles des promoteurs sur les « problèmes ouverts » étudiées plus haut. Comme eux, ils les distinguent des activités ONT et évoquent certains risques des mises en commun : présentation exhaustive et fastidieuse des productions, dérive vers une correction du problème pour montrer « la » bonne solution, risque de la non-intervention laissant les élèves à eux-mêmes. Dans le cas des « *situations de recherche très ouvertes* », pour reprendre leurs propres termes, et dont l'objectif est « *d'apprendre à chercher* » (ERMEL CE2, p. 23), les mises en commun servent à :

- *préciser à nouveau le contrat d'une situation de recherche ; il n'y a pas nécessairement une seule bonne solution (celle du leader de la classe), il faut essayer de formuler sa réponse par rapport à la question réellement posée, etc. ;*
- *revenir sur les contraintes de la situation particulière qui n'ont pas été intégralement respectées par certains enfants ;*
- *mettre l'accent sur la richesse et la diversité des procédures employées*[140]*, sans en effectuer un relevé systématique, sans mépris des productions erronées ou valorisation excessive de procédures géniales mais marginales que les autres élèves peuvent difficilement s'approprier.*

[138] Cf. la liste citée à la note 134 page 124.
[139] ERMEL = Équipe de Recherche Mathématique à l'École Élémentaire.
[140] Cette première partie de phrase est en gras dans le texte original.

> *Le maître va donc tenter de dresser un tableau des procédures effectivement utilisées par les élèves de manière à mettre en évidence et même à valoriser la multiplicité, voire l'originalité : « Vous voyez, on peut faire comme Arnaud, mais aussi comme Leïla. Il y a plusieurs façons de faire ». Il est important, dans ce cas, que le maître sache saisir l'occasion qui lui est offerte de développer des modes de pensée dits « divergents », indispensables à la créativité mathématique. Mais il lui faudra organiser la présentation et l'analyse des différentes procédures de façon rapide et dynamique pour conserver l'attention des élèves et ne pas les lasser, ce qui le conduirait à travailler seul au tableau !* (ERMEL CE2, p. 23).

À la première lecture des présentations de (ERMEL CE2) et de (ERMEL CM2), les différences nous ont paru peu nombreuses ou mineures en ce qui concerne les activités RPP mais il y a pourtant une différence importante d'approche entre les deux ouvrages. En effet, la présentation reprise ci-dessus illustre la position des auteurs sur les mises en commun en CE2 dont nous retenons qu'il s'agit moins d'orienter les mises en commun vers des débats sur la validité des procédures que sur un exposé des procédures en privilégiant la diversité des approches ou la proximité de la forme des solutions des élèves par rapport au problème posé. Les auteurs n'excluent pas la première option mais ils ne la retiennent pas dans leur présentation. Pourquoi se limiter à l'exposition des procédures sans discuter de leur pertinence par rapport au fond du problème ? Les procédures permettent-elles de façon sûre de résoudre le problème posé et pourquoi ? Dans le développement d'une « *attitude à chercher* » (ERMEL CE2, p. 36) chez les élèves, on pourrait souhaiter une insistance plus explicite pour un débat sur la validité des solutions produites. L'interrogation sur la validité des productions fait pleinement partie d'une stratégie de recherche, or, ce choix des auteurs n'est pas discuté. Ces activités ne serviraient-elles qu'à « débloquer » des élèves bridés par un enseignement un peu trop directif en occultant une partie essentielle de ce qui composent les mathématiques ? À l'inverse, (ERMEL CM2) évoque, lui, plusieurs fois le mot *preuve* et des possibilités de débats de validation dont le problème *Golf* fait d'ailleurs explicitement partie (ERMEL CM2, p. 50). On lit par exemple : « *Il nous paraît nécessaire de présenter explicitement aux élèves des situations dont l'enjeu principal se situe au niveau de la preuve* » (ERMEL CM2, p. 31). Cette différence de considération entre les deux niveaux d'enseignement n'est pas explicitée alors qu'on trouve des situations de preuve similaires à des niveaux inférieurs d'enseignement comme par exemple *Tours* et *Triangles colorés* dans (ERMEL CP). Enfin, nous interrogeons la pertinence de la longueur des textes consacrés aux choix des auteurs[141]. Tout d'abord, cette longueur peut sembler rédhibitoire pour certains enseignants d'autant que les choix faits sont pleinement cohérents avec les I.O. en vigueur au moment de notre expérimentation[142], ce qui rend donc un peu moins utile une lecture intégrale[143]. Mais surtout, il y a peu de renvois précis entre les parties réservées à la présentation et celles consacrées directement aux activités, ce qui nuit, selon nous, à l'utilisabilité de l'ouvrage[144]

[141] Une dizaine de pages au format A5 pour ce qui concerne directement les activités RPP et une trentaine de pages pour des éléments concernant l'ensemble de l'ouvrage.

[142] Ceci est probablement dû à l'influence d'ERMEL sur la rédaction des I.O. 2002.

[143] Bien sûr, les ouvrages ERMEL perdurent même si les I.O. changent, ce qui justifient la présence de textes précisant les choix des auteurs.

[144] De plus, quand il y a des renvois vers des activités, les numéros de pages ne sont pas indiquées. Il faut donc ensuite consulter le sommaire pour retrouver les quelques activités citées. Inversement, dans les parties consultées consacrées aux problèmes, il n'y a pas de renvoi aux parties de présentation, par exemple pour des indications générales concernant sur les mises en commun.

. Comme cela se constate parfois dans l'étude des EIAH, des informations sont fournies mais elles ne sont pas rendues accessibles pour des raisons de mise en forme et d'interface.

Présentation et analyse didactique du problème *Golf*

La présentation du problème correspond à une équation diophantienne du type $a = mb + nc$ à résoudre dans $\mathbb{N}$ dans laquelle a, b et c sont trois entiers naturels, choix implicites à l'école primaire. L'équation admet au maximum un nombre fini de solutions[145]. Quand le problème admet une solution, en supposant $b > c$ et q le quotient de la division euclidienne de a par b, on obtient toutes les solutions en $q+1$ tests de divisibilité de $a-kb$ par c, avec $k \in \mathbb{N}$ et $0 \leqslant k < q$[146]. Cette méthode ne permet pas de connaître le nombre de solutions sans les chercher toutes. Une autre méthode consiste à trouver la valeur M de m la plus proche possible de q (ou, ce qui revient au même, N la valeur de n la plus proche possible de 0). On a donc $a = Mb + Nc$, puis on utilise le fait que $b \times c = c \times b$ (commutativité de la multiplication) pour trouver systématiquement les autres solutions en remarquant que si $M > c$:

$$\begin{aligned} a &= (M-c+c) \times b + N \times c \\ &= (M-c) \times b + c \times b + N \times c \\ &= (M-c) \times b + (N+b) \times c \end{aligned}$$

Ainsi, tant que le facteur m de b est supérieur à c, on obtient de manière exhaustive une nouvelle solution à chaque itération en soustrayant c à m et en ajoutant b au facteur n de c. Si Q est le quotient de la division euclidienne de M par c, on connaît donc le nombre de solutions $Q+1$ sans chercher toutes les solutions. Notons que le quotient $\frac{a}{b}$ (resp. $\frac{M}{c}$) dans la première méthode (resp. la seconde) est une variable de différenciation car le nombre de calculs à effectuer pour trouver les solutions augmente avec lui.

On peut proposer ce problème à des élèves de cycle 3, en utilisant ou non le terme *multiple*, en le présentant sous forme d'une somme de deux multiples (forme multiplicative) ou sous forme d'une somme de b et de c égale à a. Il est évident que certaines valeurs de $(a;b;c)$ facilitent les calculs ou permettent de trouver plus rapidement une solution de par les propriétés des nombres ou de par leur taille respective. En particulier, nous venons d'évoquer le rôle de $\frac{a}{b}$ et de $\frac{M}{c}$. L'usage de la calculatrice peut éviter des calculs répétitifs aux élèves ou éventuellement permettre à l'enseignant d'apporter une aide spécifique aux élèves ayant des difficultés à faire des calculs, sous réserve qu'ils aient déjà utilisé une calculatrice[147]. Ces éléments créditent l'adaptabilité de ce problème pour son utilisation au cycle 3.

On peut supposer que les élèves, ou les enseignants de cycle 3, confrontés à ce problème vont d'abord faire quelques essais. Des élèves s'arrêteront probablement dès qu'ils auront trouvé un couple $(m;n)$ satisfaisant la condition, notamment par manque d'habitude de traiter des problèmes à

[145] Dans le cas d'une résolution dans $\mathbb{Z}$, l'équation admet une infinité de solutions si a est un multiple du PGCD(b,c) et aucune solution dans le cas contraire.

[146] On peut utiliser cette méthode et un tableur pour obtenir l'ensemble des solutions. On liste dans une colonne les valeurs potentielles de m c'est à dire les premiers nombres entiers de 0 à q. La deuxième colonne contient des recopies de la formule équivalente à $(a-mb)/c$. Il suffit alors de retenir les lignes qui contiennent deux nombres entiers positifs, la cellule de la deuxième colonne contenant alors n. Cette technique permet d'obtenir rapidement toutes les solutions si on veut utiliser d'autres valeurs ou simplement expérimenter des variations dans les solutions obtenues

[147] Sinon, cela poserait des problèmes de genèse instrumentale.

plusieurs solutions. Un exemple de levier que l'enseignant peut mobiliser pour favoriser des débats est de proposer successivement deux cas à traiter aux élèves. On peut par exemple proposer une première situation comprenant deux solutions en demandant dès le départ de chercher toutes les solutions. Les élèves vont en trouver une et peut-être les deux mais ne seront pas, s'ils ne sont pas déjà habitués à traiter de tels problèmes, convaincus qu'il faille aller plus loin que la simple recherche plus ou moins raisonnée de solutions pour prouver qu'ils les ont toutes trouvées. Un deuxième cas, avec un nombre plus important de solutions – par exemple avec 5 ou 6 – leur permet collectivement d'en trouver au moins deux puis trois ou peut-être plus en fonction du temps de recherche, ce qui peut déjà attirer leur attention sur la variation possible du nombre de solutions et sur une incertitude de leurs résultats pour le cas en cours mais aussi pour le précédent. L'enseignant n'aurait ici qu'à « soutenir » cet effet en faisant remarquer aux élèves qu'ils en avaient trouvé une (ou 2) la fois précédente et qu'ils en trouvent plus cette fois mais qu'ils n'ont pour l'instant toujours pas traité la question posée « chercher toutes les solutions » et que, s'ils pensent avoir trouvé toutes les solutions, il faut qu'ils trouvent des méthodes, des arguments pour convaincre leurs pairs que personne ne trouvera d'autre solution plus tard. Les élèves pourront à partir de ce moment travailler à répondre à cette question pour le cas en cours ou pour le précédent et découvrir des méthodes ou des éléments de méthodes de résolutions données plus haut. Ainsi, la consigne est toujours la même depuis le début et c'est l'interprétation des élèves qui évolue. Il ne reste à l'enseignant qu'à soutenir cette évolution : trouver des solutions, trouver le « maximum » de solutions selon le temps imparti à la recherche, selon leur conviction de tous les avoir trouvées ou aussi selon leur motivation, et enfin prouver que l'on ne peut trouver d'autre solution. Les potentiels de recherche, de débat, de résistance et de résistance dynamique de ce problème sont affirmés dans la gestion que nous proposons pour des élèves de cycle 3. Le potentiel didactique principal, commun à ce genre de problèmes de recherche exhaustive de solutions, est constitué d'une part par la compréhension et l'acceptation par les élèves de l'intérêt de prouver l'exhaustion au-delà de la recherche de plusieurs solutions et d'autre part, dans une moindre mesure par rapport aux I.O. actuelles, par les méthodes sous-jacentes pour prouver l'exhaustivité. Il faut aussi mentionner le réinvestissement de ce qui touche aux calculs relativement nombreux et aux phénomènes de compensation.

Le problème *Golf* selon ERMEL

Nous examinons ici la version CE2 puis ensuite la version CM2 en faisant des liens entre les deux. Dans (ERMEL CE2), la présentation propose en deux pages et demi au format A5 une description rapide à destination des enseignants, les objectifs spécifiques, l'énoncé à destination des élèves et le déroulement découpé en trois phases. La situation est proposée dans un contexte de monnaie, il aurait pu être proposé sous une forme « abstraite », c'est à dire strictement mathématiques[148]. Trois cas sont prévus : il s'agit avec des pièces de 2 € et de 5 € d'obtenir 23 € dans une première phase, 54 € dans la deuxième, 81 € et 33 € dans la troisième. On verra plus loin, avec le cas « 54€ », qu'il y a une ambiguïté non signalée dans l'énoncé[149]. Les objectifs annoncés sont de « *gérer des procédures par essais pour chercher toutes les possibilités, identifier les variables caractérisant un essai [...], relire les essais antérieurs pour comparer les solutions* » mais dans la

[148] D'autres problèmes proposés sont « abstraits ». Les auteurs sont conscients de cette différence, puisqu'ils l'évoquent en début d'ouvrage (ERMEL CE2, pp. 19-20), mais il ne l'évoquent pas à propos de ce problème.

[149] L'énoncé est le suivant : « *On veut faire 23 € (ou 54 € ou 81 €) avec des pièces de 2 € et des pièces de 5 €. Quel est le nombre de pièces de chaque sorte que l'on va prendre ?* » (ERMEL CE2, p. 62).

formulation de l'énoncé et les explications de cette première phase, on ne sait pas vraiment s'il faut chercher « des » solutions ou « les » solutions. D'autre part, le choix de $(b;c) = (2;5)$ n'est pas justifié par les auteurs mais il nous semble judicieux car les seules tables de multiplication exigibles à la fin du cycle 2 sont celles de 2 et de 5[150]. Cette situation étant proposée en fin d'année, on peut supposer que les élèves les connaissent très bien ce qui peut éventuellement favoriser l'apparition de notations multiplicatives. Enfin, l'intérêt possible de la calculatrice ou des valeurs pour $(b;c)$ n'est pas discutée ce qui peut limiter l'adaptabilité et donc l'utilisabilité.

La première phase vise l'appropriation du problème par les élèves : la recherche est prévue pour 5 à 10 minutes, seule durée précisée dans le déroulement complet de l'activité. Les auteurs demandent à l'enseignant de repérer les élèves qui ont les plus grandes difficultés à comprendre le problème et proposent une aide possible pour l'enseignant dans un cas particulier. La mise en commun qui suit la recherche a pour objectif de « *permettre aux élèves de mieux saisir toutes les contraintes de l'énoncé en s'appuyant sur des erreurs commises* ». Les erreurs possibles des élèves sont évoquées, elles sont directement liées à l'adéquation des réponses avec l'énoncé : utilisation de soustractions, oubli d'une contrainte de l'énoncé, formulation des solutions en réponse directe à l'énoncé. Les auteurs précisent ensuite que : « *Il s'agit aussi de montrer qu'il y a plusieurs solutions en affichant des productions telles que :* $5+5+5+2+2+2+2 = 23$ *et* $5+2+2+2+2+2+2+2+2+2 = 23$ ». Bien que cette éventualité soit probable car il n'y a que deux solutions, ils ne disent pas ce qu'il faut faire si les élèves ont tous la même solution. Ils écrivent aussi que « *Les élèves devront comprendre qu'il ne suffit pas de faire des calculs ; ils doivent les interpréter et formuler les réponses dans les termes de l'énoncé* » et donnent quatre exemples différents basés sur des démarches de recherche d'élèves différentes pour finir par le commentaire suivant :

> *Il faudra faire formuler le raisonnement suivi et les réponses sans pour cela institutionnaliser ce mode d'organisation. Le maître montrera qu'il y a plusieurs écritures pour représenter une solution en affichant des productions telles que :*
> – $5+2+5+5+2+2+2 = 23$*;*
> – $5+5+2+2+2+2+5 = 23$*;*
> – *et* $(3\times 5)+2+2+2+2 = 23$ *(écritures additives utilisant la commutativité de l'addition) ;*
> – *ou* $(3\times 5)+(4\times 2) = 23$ *(écritures additives utilisant la multiplication).*

À la suite des diverses méthodes de recherche et façons de présenter une solution qui sont évoquées, l'enseignant peut donc constater que les productions des élèves peuvent être relativement variées. Paradoxalement, la description de ce qu'il doit prioritairement faire, bien que riche, n'est pas claire. D'une part, il est demandé, sans que la raison en soit donnée, à l'enseignant de ne pas institutionnaliser un mode d'organisation[151] et, d'autre part, il est aussi demandé, sans plus d'explication, de montrer plusieurs écritures bien qu'il ne soit pas sûr qu'elles apparaissent dans les productions effectives des élèves[152]. Enfin, en supposant que c'est un des objectifs que d'aller vers la recherche de toutes les solutions – nous avons vu que ce n'est pas sûr –, rien n'est dit à ce sujet et notamment les solutions et le nombre de solutions (2) de ce cas ne sont pas donnés. Autrement

[150] Cf. (Ministère de l'Éducation Nationale 2002*a*).

[151] Les auteurs auraient pu ici rappeler que ce n'est pas l'objectif de l'activité ou renvoyer à leur présentation du module et de l'ouvrage.

[152] On peut penser que ces propositions sont vraisemblablement étayées par les nombreuses expérimentations menées par l'équipe ERMEL mais ce n'est pas rappelé ici.

dit, plusieurs éléments utiles sont donnés à l'enseignant mais les éléments de guidage des décisions qu'il devra prendre ne sont pas entièrement explicités alors que le milieu dans lequel évoluera probablement l'enseignant pendant le déroulement effectif s'annonce relativement incertain. Ceci nous semble réduire l'utilité et l'utilisabilité du document. À l'inverse, l'utilité est créditée lorsque les auteurs expliquent le choix du nombre de 23 : « *il provoque toutes les erreurs signalées précédemment permettant de mettre l'accent sur les contraintes de l'énoncé ; le nombre 24, par exemple, donnerait rapidement une solution à partir de la décomposition canonique* $(20+4)$ *sans pour cela garantir la compréhension totale du problème* ».

La deuxième phase est proposée avec l'énoncé : « *Il faut faire 54 € avec des pièces de 5 € et de 2 €. Il y a 5 façons différentes de prendre des pièces de 5 € et de 2 €, vous les cherchez toutes* ». Les auteurs indiquent que 54 « *permet d'employer la multiplication, la gestion des écritures additives étant plus difficile qu'avec le nombre 23. Le fait de donner le nombre de solutions incite les élèves à chercher plusieurs solutions* ». Ils indiquent une première étape de recherche individuelle et de confrontation par deux, suivie d'une mise en commun : « *[...] on insiste plus sur les reformulations en termes de pièces à partir des procédures multiplicatives et surtout sur la nécessité d'organiser ses essais pour être sûr de ne pas récrire la même solution* ». Exceptées les indications concernant les modalités de travail des élèves – individuelle, confrontation par groupes – ces indications sont donc similaires à celles de la première phase et n'incitent pas à conclure sur la question d'avoir obtenu ou non toutes les solutions comme l'indique un des objectifs annoncés de cette activité. La taille des groupes – deux élèves – ne fait pas l'objet d'explication. D'autre part, nous notons que le nombre de solutions, qui cette fois est indiqué, écarte implicitement une solution et met en évidence une ambiguïté dans l'énoncé. En effet, le texte de l'énoncé indique « des pièces de 5 € et des pièces de 2 € », on peut comprendre qu'il faut au moins une pièce de chaque type pour faire 54 € mais on peut aussi comprendre que l'on dispose d'un unique tas de pièces mélangées et qu'il est possible de ne prendre que des pièces de 2 € ou bien de 5 €. Ici, la solution « 27 pièces de 2 € » est correcte dans l'acception « large ». Ce flou dans l'interprétation possible de l'énoncé n'est pas évoqué, ce qui peut nuire à l'utilité du document puisqu'il n'informe pas suffisamment l'enseignant sur la finesse du problème. Celui-ci peut alors, soit conclure que l'on ne peut/doit pas interpréter de façon « large » l'énoncé[153], soit conclure qu'il s'agit d'une erreur de l'ouvrage qu'il « rectifie » de lui-même à la suite de sa recherche, soit... choisir un autre problème car celui-ci lui réserve déjà une première surprise, non négligeable selon nous, malgré son apparente simplicité et la richesse des indications fournies. Enfin, c'est par une forte intervention didactique qui diminue le potentiel de débat que l'élève est ici amené à chercher toutes les solutions puisqu'il connaît leur nombre. Cette option n'est pas discutée ce qui pourrait contribuer à améliorer l'utilisabilité du document, d'autant que nous avons discuté plus haut d'une autre option dans notre analyse didactique a priori et que celle-ci prenait explicitement en charge l'objectif des auteurs « *relire les essais antérieurs pour comparer les solutions* ». Par ailleurs, ce choix transforme l'activité en une activité de type « montrer que... » que (Arsac et al. 1991, p. 7) écarte explicitement des « problèmes ouverts », source dont les auteurs veulent s'inspirer.

Une troisième phase dite de « *réinvestissement* » propose de « *différencier cette recherche selon les compétences des élèves observées lors des étapes précédentes* » (ERMEL CE2, p. 64). Elle propose les cas $(81;5;2)$ et $(33;5;2)$ sans préciser leur intérêt propre, en particulier leurs diffé-

[153]Ce qui par ailleurs est susceptible d'avoir un effet de bord sur sa pratique car il pourrait ainsi acquérir une certitude que le mot « et » n'a qu'une seule acception possible dès qu'il s'agit de mathématiques, ce qui n'est pas le cas.

rences au niveau de leur nombre de solutions et du domaine numérique des solutions[154]. Les auteurs annoncent que « *Le déroulement est le même que pour la deuxième phase : étape 1 (recherche individuelle) et étape 2 (mise en commun pour les élèves en difficulté)* ». alors qu'en réalité ce n'est pas exactement le cas, ce qui peut gêner la compréhension et donc diminuer l'utilité du document. De plus, nous notons qu'il s'agit d'un réinvestissement *a minima* car c'est celui des procédures d'organisation de ce problème particulier et non de celui d'une stratégie générale de recherche par essais-erreurs promise dans les objectifs. En particulier, le lien n'est pas fait explicitement avec les problèmes précédents du même module, par exemple avec le problème *Somme des chiffres* qui est aussi un problème où on recherche les solutions de façon exhaustive. Ainsi, l'utilité du problème au sein du module n'est pas explicitée. Enfin, aucune procédure de résolution n'étant proposée à l'enseignant, ce dernier devra donc les chercher et les trouver lui-même. Ce manque cause, à notre avis, un déficit dans l'acceptabilité de document pour un enseignant du primaire qui n'a pas une formation scientifique.

Dans la version *Golf* de (ERMEL CM2), le nombre de pages consacrées au problème diffère en passant de deux pages et demi au format A5 à sept pages et demi. Les phases sont davantage détaillées et des informations supplémentaires sont données comme nous allons le voir. L'activité se déroule aussi en trois phases mais leur contenu diffère un peu de (ERMEL CE2) et elles sont réparties explicitement sur 2 séances alors que rien n'est précisé sur ce point dans (ERMEL CE2). La première phase – cas $(41;8;3)$, 2 solutions – vise l'appropriation du problème et aussi à passer de la décomposition additive à une forme utilisant la multiplication. La deuxième phase – cas $(97;8;3)$, 4 solutions – vise l'objectif « *chercher le plus de solutions possibles* ». La troisième phase – cas $(92;5;3)$, 6 solutions – vise l'objectif « *apporter la preuve que l'on a toutes les solutions* ». Il est spécifié que les élèves peuvent disposer de calculette mais aussi qu'ils « *doivent d'abord écrire leurs essais avant d'effectuer les calculs* » (ERMEL CM2, p. 57). Ceci ne nous semble être qu'une option possible, d'autant qu'elle diminue le potentiel de recherche en bridant, selon nous, de façon injustifiée les possibilités d'action des élèves. Ces derniers peuvent se rendre compte d'eux-mêmes que l'historique, totalement ou en partie, leur manquera au moment de la mise en commun ou pendant leur propre recherche : c'est un élément qui peut apparaître dans les débats, peut-être avec l'aide de l'enseignant. On contraint donc le milieu des élèves et celui de l'enseignant sans le justifier et sans que cela semble nécessaire. Ici, le manque d'explicitation nous semble donc nuire à l'utilité et à l'utilisabilité du document.

Revenons sur les différentes phases, mais en nous centrant sur les points qui nous paraissent intéressants à analyser[155]. Tout d'abord, l'ambiguïté de l'énoncé signalée dans l'analyse de la version CE2 est écartée de par les nombres choisis. Pour chaque cas, le nombre de solutions et les solutions sont donnés. L'explication, à destination de l'enseignant, de deux procédures est donnée dans une note de bas de page en se basant sur le cas $(23;5;3)$ c'est à dire le premier cas de (ERMEL CE2). La deuxième méthode nous paraît plus difficile à suivre que la première car (1) le rôle de la distributivité n'est, lui, pas entièrement explicité, et (2) il n'y a qu'une seule itération étant donné qu'il n'y a que deux solutions dans ce cas. L'acceptabilité peut bénéficier de cette explication qui ne figure pas dans la version CE2 mais le manque de détail dans l'explication, voire même l'utilisation de l'algèbre, peuvent peut-être annuler ces effets et aboutir à un rejet de l'activité si l'enseignant

[154] Il y a 8 solution dans le premier cas et 3 dans le second. Le nombre de pièces de 2 € monte à 38 dans le premier cas et à 14 pour le second.

[155] Les auteurs fournissent, comme dans (ERMEL CE2), plusieurs détails sur les productions possibles des élèves.

n'est pas de formation scientifique.

Par ailleurs, les auteurs insistent sur la nécessité de regrouper les additions successives en multiples[156]. Il nous semble que cette obligation de passer à la notation multiplicative n'est pas nécessaire mais surtout que c'est plutôt aux élèves d'arriver eux-mêmes à cette conclusion, surtout à ce niveau d'enseignement. C'est bien à eux d'organiser la recherche et non à l'enseignant de « l'imposer ». De plus, l'enseignant peut aussi s'appuyer sur un deuxième cas ayant un nombre supérieur de solutions comme nous l'avons proposé plus haut et ainsi mettre en défaut la notation additive. Nous avons, nous aussi, repris la progression « naturelle » dans laquelle les élèves cherchent d'abord une ou quelques solutions, puis « le plus possible » et enfin abordent la question « d'apporter la preuve de l'exhaustivité », mais ceci ne requiert pas forcément – dans notre analyse a priori – de traiter trois cas. Deux cas « bien choisis » peuvent suffirent et la même consigne peut être conservée à chaque phase : « Chercher toutes les possibilités ».

Enfin, un prolongement est proposé à l'issue de la troisième phase. Comme dans (ERMEL CE2), c'est une « application » des techniques discutées dans les débats précédents. Cependant, dans la version CM2, cette option est évoquée et justifiée dans la présentation de leur démarche au début de l'ouvrage ce qui contribue à la cohérence et à l'utilité du document. Une option pratique de différenciation de l'activité y est mis en évidence ce qui améliore aussi l'adaptabilité de la ressource.[157].

Conclusion

Notre analyse a permis de montrer que le problème *Golf* est une activité RPP possible à mettre en place en cycle 3. Les deux ouvrages consultés (ERMEL CE2 ; ERMEL CM2) donnent beaucoup d'indications et de précisions de nature à renseigner l'enseignant sur certaines caractéristiques de ce problème. Ils constituent donc des références incontournables.

Nous avons relevé une différence d'approche entre les deux ouvrages ERMEL en mettant en évidence que, d'une part, les solutions et des méthodes étaient donnés dans la version CM2 et pas dans la version CE2 et que, d'autre part, la place accordée au travail de la preuve variait sans que cela soit précisé et expliqué. On peut proposer plusieurs hypothèses pour expliquer ces différences : choix assumé d'un traitement a priori différent pour les deux niveaux d'enseignement, évolution du choix entre les publications des deux ouvrages, questions liées à des contraintes d'édition. Nous avons aussi noté des différences entre notre analyse a priori et les scénarios proposés par ERMEL. Nous avons montré en particulier que l'intervention de l'enseignant, décrite par ERMEL, était parfois relativement directive sur des points qui ne nous semblaient pas pertinents, notamment quand ils diminuaient le potentiel de débat. Nous retenons donc que des potentialités du problème ne sont pas toujours exploitées, soulignées dans les deux ouvrages ERMEL et que les choix des auteurs ne sont pas toujours explicités. À cet égard, le nombre limité de pages d'un ouvrage imprimé constitue

[156] « *Dès la première mise en commun, une formulation des solutions en nombre fois huit et nombre de fois trois sera demandée, pour que le problème soit identifié assez vite comme décomposition avec des multiples, et faciliter ainsi la recherche ultérieure de toutes les solutions (en particulier, que les solutions identiques soient reconnues)* » (ERMEL CM2, p. 58).

[157] « *[Le rôle de l'enseignant peut être de] proposer pour les élèves en difficulté une situation analogue, dans laquelle ils puissent réinvestir ce qu'ils ont pu découvrir lors de la mise en commun. Cette reprise peut s'adresser ou non à tous les élèves selon les situations ; en cela elle constitue aussi une possibilité de différenciation pour le maître. Un enfant ne progressant pas sur un des objectifs lors d'une activité pourra être confronté quelque temps plus tard à une situation différente, mais qui sollicite les mêmes compétences* » (ERMEL CM2, point 8, p. 48).

sans doute une forte contrainte qui explique nos constats et qui plaide pour le développement d'un site Web pour proposer ce type d'activités.

Parallèlement à notre analyse didactique, nous avons mené une analyse ergonomique essentiellement centrée sur les dimensions utilité et utilisabilité. Nous avons vu qu'entre les deux ouvrages, la présentation propose quatre instanciations différentes du problème en CE2 et trois en CM2 et que, si le nombre de pages est multiplié par trois pour la version CM2, c'est que cet ouvrage propose plusieurs détails qui accroissent l'utilité et l'utilisabilité de la ressource *Golf*. Cependant, nous avons aussi identifié plusieurs aspects qui, selon nous, limitent l'utilité et l'utilisabilité de ces ouvrages : rareté des liens entre des choix de gestion de l'activité et des éléments explicatifs figurant en début d'ouvrage, manque de justification de certains choix, manque d'options dans le scénario.

Enfin, comme nous l'avons déjà fait à l'issue de notre analyse des I.O., concluons cette section en disant que cette analyse ergonomique est une analyse a priori et, qu'à ce titre, elle permet principalement de proposer des éléments explicatifs aux conclusions d'une analyse ergonomique empirique qu'il faut mener, ce que notre expérimentation permettra de faire en partie, et qui pourrait remettre en cause certaines de nos hypothèses sur la façon dont les ouvrages sont appréciés par les enseignants. Nos conclusions sont donc encore, là aussi, à prendre avec précaution.

4.4.2 Un extrait du spécial Grand N « Points de départ »

Cette section est consacrée au numéro spécial de la revue Grand N intitulé « Points de départ » (IREM de Grenoble 2003) qui regroupe une cinquantaine de problèmes présentés, généralement sans indication ni solution, dans des numéros antérieurs de la revue[158]. Pour étudier son intérêt pour la pratique des activités RPP, nous présentons une analyse didactique et ergonomique de son introduction et d'un exemple, le problème « Rectangles »[159], qui nous semblent représentatifs de ce qui est proposé par la revue : « *Activités et problèmes mathématiques pour les élèves de l'école primaire (cycle III) et du collège. Il s'agit à la fois :*

- *de points de départs pour les élèves, avec des activités attrayantes et stimulantes dans lesquelles ils vont s'engager avec plaisir ;*
- *mais aussi de points de départ pour les maîtres qui pourront trouver matière pour enrichir leurs séquences d'enseignement, en reprenant certains éléments, en les modifiant, en trouvant avec leurs élèves des prolongements possibles.*

Une fiche est caractérisée par des mots-clés pour faciliter le choix de l'enseignant. Chaque point de départ est accompagné d'un commentaire qui explicite son intérêt, précise les choix opérés par les rédacteurs et propose éventuellement quelques prolongements. Des éléments de solution des différents "points de départ" sont regroupés à la fin du fascicule » (ibid., quatrième de couverture).

Ainsi, cette brochure se présente elle-même comme un outil pour les enseignants qui propose des situations adaptables à leur pratique et « *stimulantes* » pour leurs élèves. Les problèmes bénéficient d'indications susceptibles de faciliter la préparation des enseignants mais on s'aperçoit ensuite que seuls des éléments partiels de solutions, qui nous semblent souvent insuffisants pour des professeurs des écoles non scientifiques[160], sont proposés à la fin de la brochure. Les auteurs indiquent d'ailleurs : « *[...] nous invitons les lecteurs à commencer par se plonger eux-mêmes dans*

[158] Selon l'éditeur, Grand N est une « *revue de mathématiques, sciences et technologie pour les maîtres de l'enseignement primaire* ».

[159] Ce problème a des similitudes avec celui proposé dans notre expérimentation mais ce n'est pas le même.

[160] Nous verrons que c'est souvent le cas (cf. page 260).

ces "points de départ" » (IREM de Grenoble 2003, p. 8). Ainsi, l'hypothèse des auteurs est que l'enseignant doit chercher lui-même les réponses ou les trouver par un autre moyen. Dans une première approche, cette stratégie implicite d'auto-formation basée sur l'homologie[161] semble vouloir renforcer l'utilité de la ressource. Dans une seconde approche, elle implique donc une tension supplémentaire susceptible de renforcer l'insécurité latente de ce genre d'activités et donc de nuire à l'acceptabilité et à l'utilité de la ressource, comme nous le verrons plus en détail avec l'exemple analysé plus bas.

Les problèmes sont répertoriés dans un tableau à double entrée dès le début de la brochure, par leur nom et des mots-clés. Cet élément est de nature à créditer l'adaptabilité et l'utilisabilité de la brochure mais nécessite la maîtrise des mots-clés, maîtrise qui, pour être complète, demande une lecture de l'introduction. Dans celle-ci, on trouve une référence explicite au programme de l'école primaire – c'est la seule et rien n'est dit concernant le collège – rappelant la place centrale de la résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques[162]. La diversité des problèmes envisageables est évoquée sous forme d'une liste s'appuyant sur différents travaux puis ensuite sur les deux catégories *problèmes d'application* et *problèmes de recherche*[163]. Cette typologie, proche de celles des I.O., semble de nature à favoriser l'utilité car l'enseignant peut ainsi faire le lien entre les deux types de documents. À la lecture des explications, on comprend que les « points de départ » centrés sur la méthodologie sont des problèmes RPP car ils « *permettent d'exercer des compétences méthodologiques de recherche* » et que les mots-clés « *Notionnel* » et « *Utilitaire* » permettent respectivement de trouver les problèmes ONT et les problèmes de réinvestissement. Plusieurs mots-clés identifient des contenus mathématiques. Un enseignant pourra donc, par exemple, trouver un problème de recherche permettant aussi de réinvestir des notions figurant dans les programmes. Ces considérations écologiques créditent l'ergonomie des mots-clés et de la brochure. Cependant, l'utilité et l'utilisabilité de certains mots-clés semblent parfois moins évidentes, comme le montre les trois exemples suivants : « *Logique* », « *Défi* » et « *Essais* ». Concernant les deux premiers et de par leur définition[164], « *Logique* » et « *Essais* » visent en réalité, pour le premier, l'ensemble des problèmes proposés et, pour le second, l'ensemble des problèmes qui ne relèvent pas de l'application directe. Ainsi, le problème « *Rectangles* » que nous étudions plus bas est qualifié du mot-clé « *Défi* » mais on peut aussi lui attribuer les mots-clés « *Logique* » et « *Essais* ». Quant à « *Défi* », ce mot-clé est, lui, plus discriminant puisqu'il repère les problèmes qui « *comporte[nt] une multiplicité de solutions* ». Cependant, la suite de sa définition nous paraît moins pertinente : « *il s'inscrit obligatoirement dans la durée. Il y a défi car la question* y a-t-il une nouvelle solution ? *se pose toujours. L'enseignant valorise les solutions nouvelles, [...] : il peut faire*

[161] En référence aux stratégies de formation basées sur l'homologie (Houdement et Kuzniak 1996).

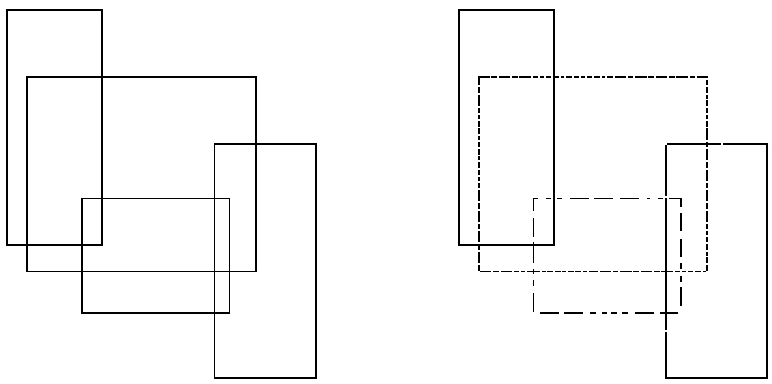
[162] Cf. (IREM de Grenoble 2003, p. 5).

[163] « *Les points de départs sont d'une grande diversité. Certains sont plutôt du côté des problèmes d'application, d'autres plutôt du côté des problèmes de recherche pour lesquels les élèves ne disposent pas de solution éprouvée. Toutes les fiches comportent un enjeu pour les élèves, qui doit susciter le désir d'entrer dans l'activité. La solution n'est jamais immédiate et la résolution peut prendre plus ou moins de temps. Certaines pourront d'ailleurs susciter un véritable questionnement de la part des élèves, transformant le problème de recherche en situation de recherche [cette dernière expression n'étant pas définie]* » (ibid., p. 6).

[164] « *Logique* » cible les problèmes qui « *nécessitent la mise en route d'un raisonnement : mettre en rapport et articuler des informations afin d'en trouver de nouvelles. [Ces problèmes] devraient permettre aux élèves d'enchaîner (ou de commencer à enchaîner) des pas de résolution de type déductif* » (p. 7).. « *Essais* » cible, lui, un problème « *de recherche [qui] oblige à faire des essais, émettre des hypothèses et étudier ce qu'elles donnent, mettre en oeuvre des stratégies diverses, connecter des notions entre elles...* »

de temps en temps le point pour voir si des éléments de systématisation ont été trouvés » (p. 7). D'une part, la référence à la durée nous semble peu précise, d'autant que les auteurs précisent : « *Certaines activités peuvent être conduites sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines* » (p. 6) puis ils évoquent quelques modalités de travail, individuel ou en groupe, en classe ou à la maison, mais sans rentrer dans les détails. On peut aussi interpréter le texte comme le fait que certains problèmes sont « sans fin », or, comme nous l'avons constaté en tant que formateur ou lu, par exemple, dans (Eysseric 2002), les enseignants évoquent souvent des contraintes de temps quand il s'agit de mener des activités longues en mathématiques. La référence à la durée nous semble donc affaiblir l'utilité et l'acceptabilité du mot-clé « *Défi* », voire de la brochure puisque, à l'inverse des ouvrages de l'équipe ERMEL, on ne sait pas si les problèmes ont été testés dans des classes. D'autre part, concernant l'aspect défi, l'intérêt d'une recherche exhaustive de solutions nous paraît minorée alors qu'elle peut être le moteur même d'un défi, comme nous allons le voir maintenant avec le problème « *Rectangles* » (IREM de Grenoble 2003, pp. 10-11).

Présentation et analyse didactique du problème « Rectangles »



(a) Figure originale. (b) Notre interprétation.

FIG. 4.1: Figure du problème « Rectangles » (ibid., p. 10) et notre interprétation.

Dans ce problème, il s'agit de déterminer le nombre total de rectangles de la figure 4.1(a). On peut considérer que quatre rectangles de cette figure forment de nouveaux rectangles, comme on le montre sur la figure 4.1(b). Un moyen de déterminer le nombre de rectangles est d'imaginer que l'on « pose » les rectangles un par un sur la figure, puis de dénombrer la totalité des rectangles ajoutés ou créés à chaque étape. À chacune de ces étapes, on peut aussi décomposer ce dénombrement lors du tracé de chaque côté du rectangle concerné. En « posant les rectangles de gauche à droite », on peut ainsi trouver successivement 1, 2, 5 puis 8 rectangles de plus à chaque étape, soit un total de 16 rectangles. Le petit nombre de rectangles trouvé à chaque étape fait qu'on peut être rapidement convaincu par cette preuve. Si le nombre de rectangles est plus grand ou les intersections plus nombreuses, il est plus difficile de ne pas oublier de rectangles à chaque étape et on peut décomposer de la façon qui suit. Pour chaque rectangle à (re)tracer, on (re)trace « par parties » ses côtés successifs en partant d'un de ses sommets. Dès que l'on crée une nouvelle intersection dans la figure – appelons-la I_n – on procède au comptage des éventuels nouveaux rectangles ainsi créés. Pour effectuer ce comptage, on considère le demi-plan P_n défini par la droite Δ_n qui passe par I_n

perpendiculairement au segment que l'on vient de tracer et qui contient ce segment. Dans ce demi-plan P_n, on cherche les diagonales des rectangles qui ont pour extrémité le point I_n. En effet, l'autre demi-plan ne contient pas de nouveau segment à cette étape et donc aucun nouveau rectangle. Pour dénombrer toutes les diagonales, on parcourt successivement, chaque segment vertical – ou bien horizontal – de la figure situé dans le demi-plan P_n. À chaque point d'intersection rencontré sur ces segments, on regarde si le segment qui le joint à I_n est la diagonale d'un rectangle de la figure et on compte un rectangle de plus à chaque fois que c'est le cas. De cette manière, on parcourt une seule fois l'ensemble des points susceptibles de former une nouvelle diagonale d'un nouveau rectangle et on ne recompte pas les rectangles de l'étape précédente puisque I_n est un point nouvellement créé à cette étape. Il reste que ce comptage nécessite tout de même attention et persévérance quand le nombre de rectangles augmente.

Des élèves de cycle 3 ne trouveront probablement pas du premier coup le nombre de rectangles ou une méthode correcte, mais ce dénombrement nous semble à leur portée, du fait du nombre réduit de rectangles. À la manière du problème *Golf* étudié précédemment, les élèves vont d'abord chercher « des » rectangles puis le « maximum » de rectangles. Ils ne vont probablement pas tous trouver le même nombre et les échanges vont permettre d'aboutir, avec le soutien de l'enseignant qui pourra notamment souligner les avancées et les incertitudes, à la question de la preuve de l'exhaustivité des solutions. Les potentiels de recherche, de débat, de résistance et de résistance dynamique sont donc intéressants pour le niveau du cycle 3. Le potentiel didactique est constitué par le travail d'identification des sous-figures et d'organisation des recherches pour obtenir l'exhaustivité des solutions.

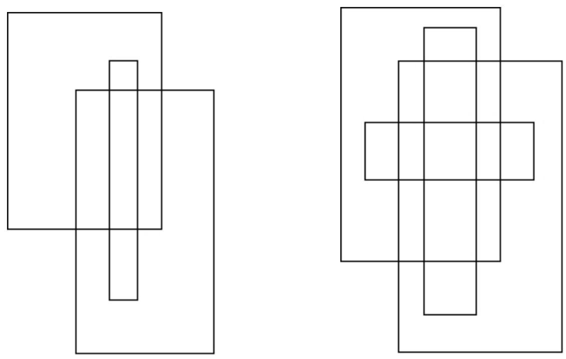
Le problème « Rectangles » selon Grand N

La présentation du problème dans la brochure occupe deux pages au format A4. La première est une fiche élève composée, dans le premier quart de page : du titre « *Rectangles* », de la figure 4.1(a) page précédente accompagnée de la question « *Combien y a-t-il de rectangles dans cette figure ?* » et, dans le reste de la page : de neuf reproductions réduites de la figure accompagnées de l'indication « *Tu peux utiliser les reproductions ci-dessous pour t'aider dans tes recherches* ». Sur la deuxième page, on trouve un bref descriptif de l'intérêt du problème. La solution figurant à la fin de la brochure (p. 133) donne le nombre de rectangles sans plus de précision.

Les neuf figures de la fiche élève constituent une aide qui ne favorise pas, a priori, les méthodes que nous avons proposées plus haut pour résoudre le problème et pour lesquelles une page blanche serait peut-être plus indiquée. Elle incite plutôt à faire des dénombrements en catégorisant les rectangles – peut-être par taille – ou à identifier des rectangles différents sur chaque figure fournie pour mieux les distinguer, ce qu'une figure unique ne permet pas de faire[165]. Cette aide est donc susceptible de favoriser une certaine dévolution puisque la fiche propose en substance de faire des essais, de trouver des sous-figures. Au sens précisé dans la brochure, les mots-clés « *Défi* » et « *Sous-figures* » qui qualifient ce problème sont donc adaptés : il s'agit essentiellement de la découverte de nouvelles figures au sein d'une figure donnée. Ceci crédite donc l'utilité du document. En se référant aux évaluations nationales de CE2 et de sixième, les auteurs le confirment en écrivant que l'identification de sous-figures pose problème aux élèves et commentent le choix de la configuration

[165] À propos des neuf figures, les auteurs précisent qu'il s'agit de « *leur permettre de colorier tous les rectangles sans que certains se superposent. Cela demande cependant une organisation pour ne pas colorier plusieurs fois le même* ».

retenue : « *Le nombre de rectangles à trouver est raisonnable, mais celui-ci est suffisamment grand et la recherche suffisamment complexe. On espère que cela entraînera de la part des enfants des résultats différents ce qui motivera la relance de la recherche après une phase de bilan sur le nombre de solutions trouvées* » (p. 11). La formulation de ce commentaire confirme donc notre analyse. Cependant, le même argument dans notre analyse a priori nous a fait conclure à un enchaînement logique sur la recherche exhaustive des solutions. Or, les auteurs ne la proposent que comme un prolongement possible et ajoutent que : « *La configuration proposée ne se prête pas bien à des systématiques possibles : si on veut travailler cet aspect, tout en conservant l'objectif principal indiqué plus haut, on peut proposer plutôt des configurations (qui comportent des éléments de régularités) du type suivant [voir figure 4.2]* ». Il y a donc désaccord entre notre analyse a priori et celle des auteurs.



(a) (b)

FIG. 4.2: Figures alternatives du problème « *Rectangles* » (IREM de Grenoble 2003, p. 11).

Nous notons donc (1) que les auteurs n'expliquent pas, en contradiction avec notre analyse a priori, pourquoi la figure initiale ne convient pas et (2) qu'ils n'explicitent pas non plus pourquoi les deux autres figures sont plus appropriées que la première, notamment en quoi les « *régularités* » – qui par ailleurs ne sont pas définies – facilitent la recherche systématique des solutions. En cherchant le problème avec les nouvelles figures, on trouve effectivement que, le tracé de certains côtés crée des rectangles d'un côté de la droite qui supporte ce tracé et que l'on retrouve des rectangles similaires dans l'autre demi-plan, ce qui évite de nouveaux dénombrements. Cependant, il reste aussi des « irrégularités ». Avec notre procédure, le traitement de la figure 4.2(a) permet de traiter la figure 4.2(b) car elle n'en diffère que d'un rectangle « horizontal ». On passe alors de 13 à 56 rectangles. Dans ce dernier cas, on ne sait pas si le nombre de rectangles, que l'enseignant aura peut-être la surprise de découvrir, est toujours « *raisonnable* » pour chercher toutes les solutions. Selon nous et contre les apparences, ces aspects ne créditent donc pas l'utilité et l'utilisabilité de la ressource.

Enfin, il faut souligner que la brochure, si elle donne le nombre des rectangles pour la figure initiale, ne dit rien concernant celui des autres figures et sur les méthodes possibles de résolution, alors que celles-ci ne sont pas tout à fait évidentes. Les enseignants de l'école primaire, rarement de formation scientifique, qui se lancent dans la recherche de ce problème ne peuvent donc pas vérifier si leur procédure est correcte, quand bien même ils trouvent la solution. Par ailleurs, si la brochure propose une aide aux élèves que nous avons analysée plus haut, la brochure propose finalement peu d'éléments permettant à l'enseignant de préparer la gestion d'une mise en oeuvre de ce problème. En effet, nous venons de voir que plusieurs éléments étaient manquant pour utiliser et adapter cette ressource ce qui semble compromettre son utilité globale.

Conclusion

Comme dans nos analyse des I.O. et des ouvrages ERMEL présentées plus haut, on retrouve aussi dans le spécial Grand N « Points de départ » des éléments susceptibles de favoriser la pratique d'activités RPP : plusieurs activités RPP sont proposées dont certaines possibles à mettre en oeuvre dès le cycle 3, des mots-clés permettent de les sélectionner, des liens sont faits avec les programmes en vigueur, des indications sont données pour favoriser la mise en oeuvre. Cependant, l'analyse didactique et ergonomique a aussi révélé plusieurs manques : manque de pertinence de certains mots-clés, minoration de l'intérêt d'une recherche l'exhaustive des solutions, manque d'éléments pour résoudre le problème, manque d'éléments pour aider à la mise en oeuvre, ce qui risque, selon nous, de compromettre l'utilisabilité, l'utilité et l'acceptabilité de cette brochure.

Selon notre analyse a priori, dont une partie était uniquement centrée sur le problème « *Rectangles* », ces « points de départ » risquent donc d'être insuffisants pour favoriser la pratique d'activités RPP, d'autant que les publications des IREM peuvent être méconnues des enseignants, notamment ceux de l'enseignement primaire.

4.4.3 Conclusion sur la littérature professionnelle consultée

À la suite d'un étude didactique et ergonomique des I.O., nous avons sélectionné deux ressources parmi celles listées dans le document d'accompagnement des I.O. intitulé *Des problèmes pour chercher*. Dans chacune d'elles, nous avons isolé une activité RPP susceptible de favoriser la pratique de ces activités par des enseignants novices avec leurs élèves. Nous avons ensuite fait une analyse didactique et ergonomique a priori des documents retenus. Celle-ci a montré que ces deux activités proposaient une recherche exhaustive de solutions et qu'elles étaient des activités RPP adaptées à des élèves de cycle 3. Nous avons aussi mis en évidence que les deux ressources d'où elles sont extraites, ainsi que les I.O., soulignaient le rôle important de l'enseignant dans la gestion de celles-ci et qu'elles donnaient plusieurs éléments susceptibles de favoriser leur mise en oeuvre, créditant ainsi leur ergonomie globale.

Cependant, notre analyse a aussi mis en évidence des manques qui mettaient en défaut l'ergonomie d'une activité en particulier ou, plus globalement, du document dont elle était extraite. Ces principaux manques sont relatifs aux points suivants :

– les procédures de résolution et les solutions du problème sont souvent absentes alors qu'elles pourraient permettre à l'enseignant de mieux maîtriser le problème, d'autant que nous savons que les enseignants de l'école primaire sont rarement de formation scientifique. Il semble donc difficile d'attendre d'eux qu'ils résolvent ces problèmes sans aide et de manière suffisamment sûre, d'autant que ce ne sont pas des problèmes standards dans leur pratique d'enseignement et dans le parcours scolaire et universitaire qu'ils ont eux-mêmes suivi. Le fait de donner une solution ne constitue pas toujours une aide suffisante. Ainsi, ils ne peuvent avoir d'assurance ni sur le résultat, ni sur la preuve et ne peuvent se livrer seuls au jeu de preuves et réfutations[166] au cours de leur recherche personnelle. À cet égard, nous pensons

[166] En référence à (Lakatos 1984).

que le fait de proposer des procédures de résolution ou bien d'accompagner les enseignants est indispensable pour favoriser la pratique des activités RPP dans les classes, même si on peut aussi y trouver des limites.

– des options de mises en oeuvre ne sont pas évoquées par les auteurs alors qu'elles semblent pertinentes dans nos analyses a priori, ce qui compromet l'ergonomie des ressources et notamment leur adaptabilité. À cet égard et à l'inverse de ce que nous avons vu dans (Arsac et al. 1991), la distance et le passage des pratiques existantes à de nouvelles pratiques ne sont jamais évoqués.

Dans les ressources et les extraits étudiées, tout se passe comme si, devant le constat que les enseignants ne pratiquent pas d'activités RPP, les auteurs choisissaient une des alternatives suivantes :

– soit ils proposent des mises en oeuvre assez cadrées en avertissant de la diversité des productions possibles des élèves, les autres options de mises en oeuvre n'étant pas présentées. C'est la position que semblent tenir les ouvrages d'ERMEL.
– soit ils présentent seulement un minimum d'information concernant l'activité, ne donnent pas de procédures pour résoudre le problème voire pas les solutions, ne donnent pas de précision sur la gestion de la classe, etc., renvoyant ainsi la quasi intégralité de la charge de l'analyse et de la préparation de l'activité à l'enseignant et à ses recherches personnelles. Cette option suppose que l'enseignant, en cherchant le problème, verra s'il y a plusieurs façons de procéder, si des erreurs sont possibles, si la recherche est difficile ou non, etc.. Cette alternative serait celle du spécial Grand N « Points de départ ».

Selon nous, ces deux alternatives présentent chacune des avantages que nous avons déjà soulignés et il est possible aussi qu'elles répondent à des contraintes d'édition concernant, par exemple, le nombre de pages qui reste limité dans le cas de ressources imprimées. Cependant, nous avons aussi relevé dans le cas d'ERMEL qu'un nombre de pages plus élevé ne comblait pas toujours certains manques, selon nous, importants. Ces alternatives nous semblent finalement d'une pertinence limitée. En effet, dans le premier cas, une seule mise en oeuvre est proposée, ce qui fait que seul l'enseignant expert dans la gestion des situations RPP saura trouver des options intéressantes à exploiter et adaptées à sa pratique. L'enseignant novice sera, lui, face à plusieurs questions primordiales auxquelles il ne trouvera pas de réponse. C'est l'adaptabilité et donc l'utilisabilité et l'acceptabilité qui sont d'abord défavorisées. Dans le second cas, ce sont l'utilité et donc l'acceptabilité qui sont défavorisées. On y tente le pari d'une auto-formation basée sur l'homologie qui semble coûteuse en temps et en énergie pour des enseignants qui n'ont pas de formation scientifique et dont les limites sont bien connues aujourd'hui. Ces deux alternatives ont aussi ceci de paradoxal que tout est présenté comme si la pratique d'activité RPP était naturelle ou bien déjà présente dans les pratiques existantes et qu'il n'était pas utile de préciser les options qui s'offrent à l'enseignant, notamment pour s'initier progressivement à ces nouvelles pratiques de classe. Selon nous, ceci constitue un défaut majeur d'utilisabilité.

Sur le fond, les analyses précédentes tendent à confirmer notre hypothèse sur les défauts ergonomiques des ressources existantes, défauts qui ne favoriseraient pas la diffusion des activités RPP dans les classes. Elles nous ont aussi permis d'avoir une meilleure connaissance des écueils dans lesquels il est possible de tomber lorsque l'on propose des ressources aux enseignants. Avec l'objectif de les éviter, il nous faudra donc réfléchir à la pertinence des informations que nous mettrons à disposition des enseignants dans l'expérimentation , que ce soit en termes didactiques ou d'ergonomiques. Ainsi, la présence des solutions aux problèmes proposés, des explications de leur preuve accessibles à des enseignants non scientifiques et la proposition de différentes options d'utilisation des problèmes, constituent probablement des éléments indispensables aux ressources destinées aux enseignants. Nous y reviendrons plus en détails dans la section suivante. Sur la forme, on déduit des analyses que le document électronique et une interface « bien conçue » trouvent toute leur place dans notre travail. Le support papier a ses avantages tel la facilité d'utilisation mais le support électronique a une potentialité pour gagner en ergonomie. C'est pourquoi nous privilégierons ce support dans notre expérimentation.

Pour conclure notre analyse de la littérature relative aux activités RPP, il faut tout d'abord en rappeler les limites. Même si nous la considérons comme représentative de la littérature la plus accessible aux enseignants, elle ne porte que sur une partie des ouvrages consultés et de la littérature professionnelle à destination des enseignants de cycle 3. Nos conclusions pourraient donc s'avérer différentes avec des analyses plus étendues. Enfin, nos conclusions reposent sur des hypothèses a priori sur les relations entre l'utilité, l'utilisabilité et l''acceptabilité des ressources à destination des enseignants du cycle 3. Ces hypothèses demandent donc à être validées par des évaluations empiriques qui permettraient d'en savoir plus sur la lecture et l'usage réels que font les enseignants des ressources étudiées. Notre expérimentation tentera d'y contribuer en partie.

4.5 Les activités mathématiques proposées dans la CoP

Dans notre expérimentation, plusieurs ressources sont proposées aux enseignants : des informations sur l'expérimentation elle-même, une bibliographie et des activités à mener dans leur classe. Ces dernières sont l'objet principal des sections suivantes.

4.5.1 Objectifs et critères

Un des objectifs de notre expérimentation consiste à favoriser la pratique d'activités de recherche et de preuve entre pairs dans la classe d'enseignants volontaires. Il s'agit à la fois de leur proposer des activités réalisables en classe et d'affaiblir les aspects qui pourraient aller à l'encontre de ce projet. Les critères qui ont guidé nos choix tiennent, d'une part, au contenu des activités et, d'autre part, à la forme sous laquelle elles sont proposées.

Sur le fond

Nous avons pris le parti de proposer des activités basées sur des problèmes déjà expérimentés dans des classes du cycle 3. La collection ERMEL constitue à cet égard une ressource privilégiée et la majorité des problèmes en sont issus. Nous voulons ainsi limiter l'effet « impossible dans ma classe » et dire aux enseignants que ces problèmes ont déjà été proposés dans une classe de même niveau ou de même cycle et qu'il s'agit de voir la façon dont ils peuvent, eux, les mettre en place dans leur propre classe. Ceci donne une certaine légitimité aux ressources et est donc susceptible de favoriser leur acceptabilité. Il faut aussi que les activités choisies puissent être proposées à plusieurs niveaux du cycle 3. La collection ERMEL est structurée par niveau mais certains problèmes sont proposés sous différentes formes dans plusieurs niveaux. D'une part, ceci permet de les proposer plus facilement dans des classes multi-niveaux et, d'autre part, les enseignants pourront être ainsi amenés à échanger sur les mêmes activités, même s'ils n'exercent pas au même niveau d'enseignement. Les échanges sont donc recentrés sur un nombre réduit de problèmes et la légitimité et l'adaptabilité des activités sont donc mises en valeur, ce sont des leviers importants pour favoriser l'acceptabilité.

Cependant, il faut aussi que les problèmes soient suffisamment nombreux et variés pour favoriser leur adoption et offrir un véritable choix aux enseignants. Les problèmes doivent donc aborder plusieurs domaines de l'enseignement des mathématiques, plusieurs méthodes de résolution et être présentés sous des formes différentes. En particulier, les problèmes doivent permettre le réinvestissement de connaissances au programme des I.O. permettant ainsi l'introduction des activités dans la programmation de l'enseignant (potentiel didactiques).

Une analyse didactique a priori vérifie que les potentiels de recherche, de débat, de résistance et de résistance dynamique semblent assurés. Il s'agit de proposer des situations qui ont des potentiels intrinsèques assez forts de manière à ne pas trop dépendre des élèves à qui elles seront proposées. Ceci passe par une analyse didactique du problème et d'un ou plusieurs scénarios permettant son exploitation. Par exemple, plusieurs facteurs peuvent faire que les élèves entrent dans un débat mathématique, à commencer par leur implication dans l'activité que l'enseignant leur propose. Ici, on privilégie les situations dans lesquelles, alors que les élèves pensaient avoir trouvé la solution du problème, une mise en commun peut leur faire découvrir des solutions différentes trouvées par leurs pairs. C'est l'incertitude qui est alors le moteur des débats. Cependant, les débats peuvent aboutir à des consensus sur des énoncés faux. L'intervention de l'enseignant est alors nécessaire et il faut donc qu'il soit renseigné autant que possible sur le problème. Nous présenterons donc à son intention les solutions des problèmes et les moyens de les obtenir. Nous tentons de rendre accessibles les éléments de preuve à des enseignants qui n'ont pas suivi un cursus scientifique, mais nous comptons aussi sur le fonctionnement de la CoP pour faciliter leur compréhension. Ceci permet à l'enseignant de valider de manière relativement sûre les travaux des élèves lors des phases de conclusion ou bien de pouvoir produire plus facilement des contre-exemples si nécessaire. Il y a bien sûr le risque que l'enseignant anticipe trop les réponses des élèves et qu'il dénature les activités proposées, mais ce risque existe aussi quand l'enseignant cherche lui-même le problème. Par ailleurs, nous ne donnons généralement pas ou peu d'information sur les scénarios que nous avons considérés. Les énoncés des problèmes sont à destination des enseignants et non des élèves[167], les consignes que l'on peut donner aux élèves ne sont pas écrites comme on le voit, par exemple, dans la collection ERMEL. Quand il y a des indications de mise en oeuvre, c'est sous forme de propositions. D'une part, nous souhaitons que ces « manques » soient justement un moteur pour initier des échanges au sein de la CoP sur ce qu'il est nécessaire de placer sur le site Web pour pouvoir assurer des mises en oeuvre. D'autre part, nous considérons que l'ajout des scénarios peut constituer un volume important d'information qui peut pénaliser l'ergonomie des documents, notamment leur acceptabilité, et qu'il doit donc être négocié avec les enseignants. En somme, nous avons voulu assurer un compromis ergonomique de départ en cohérence avec les éléments de design présentés dans le chapitre consacré à la méthodologie de notre travail[168], par exemple les dimensions *conçu/émergent* et *identification/négociabilité*, et nous verrons plus bas quelques évolutions de ces choix lors de l'expérimentation[169].

[167]Dans le même esprit, la collection ERMEL propose une rubrique « Description rapide » dont nous nous sommes plusieurs fois inspiré.
[168]Cf. chapitre 3 et plus spécifiquement page 52.
[169]Nous évoquerons notamment les apports concernant les commentaires et les « Éléments de débats possibles »

Sur la forme

Afin de favoriser l'acceptabilité des activités et de maintenir l'implication des enseignants dans le dispositif, les activités doivent respecter certains critères. Les documents doivent être facilement accessibles et l'utilisation d'un site Web s'impose. La navigation sur le site Web doit être simple et rapide. Les items des menus doivent être en nombre limité, clairement identifiables et le contenu de chaque page Web doit être limité en nombre de pages-écran[170]. Si l'on excepte les éléments qui concernent les preuves et qui demandent un temps de réflexion probablement plus important, la lecture des informations concernant une activité donnée doit être possible en 3 ou 4 minutes. On sait combien le temps est une contrainte importante pour les enseignants notamment quand ils préparent la classe. Les enseignants ont aussi besoin de documents écrits ou imprimés pour préparer ou gérer la classe. Les pages Web doivent être clairement présentées quand elles sont imprimées. C'est une contrainte qui a été moins respectée que les autres. En particulier, nous avions imaginé la possibilité pour un enseignant de structurer lui-même un document composite à partir des objets du site Web, document qu'il aurait pu imprimer ou enregistrer, mais nous n'avons pas trouvé de système informatique facilement utilisable pour opérationnaliser cette idée dans le cadre de notre expérimentation. Nous avons écarté l'option qui consiste à fournir des documents attachés aux pages Web car elle nécessite d'ouvrir ces fichiers en plus des pages Web ce qui, bien que fournissant d'autres avantages, ralentit la consultation. Le choix d'utiliser un site Web a d'autres implications intéressantes telle la possibilité de proposer des animations ou des liens hypertextes pour améliorer l'utilité et l'utilisabilité du document mais nous ne les avons exploité que dans un second temps, toujours afin de pas augmenter le volume d'information intial et de susciter des échanges au sein de la CoP.

Les rubriques sont toujours présentées dans le même ordre : Présentation, Exemples[171], Preuves, Animation [172] et Commentaires[173].

Passons maintenant à la présentation et à l'étude des problèmes proposés sur le site Web.

4.5.2 Les problèmes proposés

Nous avons proposé cinq problèmes au début de notre expérimentation puis à la demande des enseignants, nous en avons ajouté quatre autres au début de l'année III. Nous n'allons pas présenter l'analyse détaillée de tous ces problèmes mais illustrer notre méthodologie à l'aide de deux problèmes : *Golf* et *Cordes*. Pour ce qui concerne les autres problèmes, nous renvoyons le lecteur au tableau 4.2 page ci-contre qui synthétise l'objet du problème et à la présentation faite sur le site Web que nous avons reprise dans l'annexe C à partir de la page 351.

Afin de faciliter la lecture, la mise en forme du contenu du site Web dans ce document n'est pas strictement respectée[174]. Les problèmes proposés ainsi que les ouvrages dont ils sont extraits sont répertoriés dans le tableau 4.3 page 146[175]. Afin de montrer leur diversité, nous avons classé

[170] Généralement, inférieur à trois pages écran.

[171] Les problèmes *Somme des chiffres*, *Rectangles*, *Triangles colorés* n'avaient pas de section *Exemples* car elle n'a pas paru nécessaire.

[172] Uniquement pour les problèmes *Cordes* et *Piscine*.

[173] Rubrique ajoutée au début de l'année II.

[174] Quelques copies d'écran liées au problème *Golf* sont reproduites dans l'annexe C.12 page 372 afin de donner un aperçu de la mise en forme réelle sur le site Web.

[175] Les problèmes *Plus grand produit*, *Somme et différence*, *Golf*, *Cordes* et *Piscine* font aussi l'objet d'une présentation

Noms	Résumés
Plus grand produit	Parmi les décompositions additives d'un nombre entier donné en entiers, trouver celle pour laquelle le produit des termes est le plus grand.
Cordes	On place des points sur un cercle. Est-il possible de déterminer le nombre de toutes les cordes qui les rejoignent ?
Piscine	Des élèves de différentes écoles vont à la piscine qui ne peut contenir que 180 élèves à la fois. Il faut organiser le planning pour occuper le nombre minimum de créneaux.
Somme et différence	On connaît la somme et la différence de deux nombres entiers naturels. Est-il possible de retrouver ces deux nombres ?
Golf	Trouver toutes les façons d'atteindre un nombre à partir d'additions successives de deux autres nombres.
	Problèmes ajoutés pour l'année III
Tours	On superpose 4 cubes de couleurs différentes pour former une tour. Combien de tours différentes peut-on faire ?
Triangles colorés	On partage un triangle équilatéral en 3 triangles isométriques à partir de son centre de gravité. On colorie les différentes parties à l'aide de 4 couleurs différentes. Trouver tous les triangles que l'on peut ainsi colorier.
Somme des chiffres	Chercher les nombres dont la somme des chiffres est égale à un nombre donné.
Rectangles	Dans un pavage rectangulaire 3x3, combien y a-t-il de rectangles ?

TAB. 4.2: Résumés des problèmes proposées dans la CoP.

les problèmes, d'une part, selon le cadre initial dans lequel il est posé : numérique, géométrique, matériel et, d'autre part, à l'aide des catégories suivantes : problèmes d'optimisation, problème de recherche exhaustive de solutions, problème de dénombrement de solutions. Deux d'entre eux sont extraits de (ERMEL CP) mais ils restent intéressants à proposer au cycle 3.

Au cours de notre expérimentation, les problèmes ont subi diverses modifications de détails – orthographiques par exemple – et nous n'avons reporté que les modifications importantes. À la suite de l'année I, nous avons proposé d'améliorer le site Web en donnant quelques indications sur les éléments de débats et sur des points intéressant les déroulements possibles. Les enseignants ont accepté à la condition de rester aussi concis que possible. Juste avant la fin de l'année II – début mai – et suite à la réunion R4-II (17 mars), nous avons ajouté une rubrique « propositions pratiques » concernant la gestion générale des problèmes en classe. Enfin, quatre nouveaux problèmes ont été ajoutés pour l'année III : *Tours*, *Somme des chiffres*, *Rectangles* et *Triangles colorés*[176]. Ils peuvent tous être proposés dès le CE1, conformément aux contraintes de la classe CE1/CE2 de M^me^ $\mathcal{S}$ cette année-là[177]. Nous avons fait d'autres modifications pour certains problèmes, elles sont reportées en

et d'une analyse dans (Douaire et Hubert 1999).

[176] Voir tableau 4.2 de la présente page.

[177] Elle s'en était inquiétée à la réunion R5-II de la fin de l'année précédente.

Noms	Types	Cadres initiaux	Sources
Plus grand produit	optimisation	numérique	ERMEL CM1
Cordes	dénombrement	géométrique	ERMEL CM2
Piscine	optimisation, exhaustivité	hors math.	ERMEL CM1
Somme et différence	exhaustivité, 2 eq. 2 inc.	numérique	ERMEL CE2, CM2
Golf	exhaustivité, 1 éq. 2 inc.	numérique	ERMEL CE2
Problèmes ajoutés pour l'année III			
Tours	exhaustivité	matériel	ERMEL CP
Triangles colorés	exhaustivité	matériel	ERMEL CP
Somme des chiffres	exhaustivité	numérique	ERMEL CE2
Rectangles	dénombrement	géométrique	–

TAB. 4.3: Les problèmes proposées dans la CoP : variété et sources.

annexe C à partir de la page 351.

Revenons sur notre choix des deux problèmes retenus pour cette section. Étant donné que nous avons déjà analysé le problème *Golf* qui figure dans (ERMEL CE2 ; ERMEL CM2)[178], nous allons préciser les points communs et les différences avec ceux de l'approche ERMEL étudiée plus haut[179]. Quant au choix du deuxième problème, *Cordes*, il est motivé par les raisons suivantes :

- c'est le problème le plus souvent choisi par les enseignants [180] ;
- M^{me} $\mathcal{S}$, dont nous avons choisi d'étudier plus particulièrement la trajectoire dans la CoP, a rédigé deux comptes-rendus de ce problème après l'avoir mis en oeuvre chaque année et deux de ses séances ont pu être observées ;
- il nous permet d'illustrer l'utilisation des images animées sur le site Web ;
- c'est un problème numérique posé dans un cadre géométrique, ce qui permet aussi d'illustrer la variété des problèmes retenus ;
- enfin, comme nous venons de le rappeler, nous l'avons étudié comme exemple de l'approche ERMEL.

La présentation des problèmes *Golf* et *Cordes* commence par une analyse didactique composée d'une résolution du problème et d'une analyse a priori. Elle se poursuit en précisant la présentation faite sur le site Web, les modifications effectuées et leurs motivations. Enfin, nous explicitons certains choix laissés aux enseignants pour mettre en oeuvre ces problèmes dans leur classe. En effet, nous avons vu que, pour des raisons liées au design de l'expérimentation, telles la préservation d'un espace de négociation de sens et de liberté pour les enseignants et la taille des documents présentés, tous les éléments nécessaires ne sont pas décrits ou approfondis sur le site Web. L'enseignant doit donc aller au-delà des ressources proposées.

[178] Nous avons analysé ce problème dans le chapitre précédent à la section 4.4.1 page 129.
[179] Cf. à partir de la page 4.4.1 page 127.
[180] *Cordes* a été choisi 11 fois (cf. tableau 5.1 page 165) et nous l'avons observé 10 fois (cf. tableau A.15 page 305).

4.5.3 Deux exemples : *Golf* et *Cordes*

Le problème *Golf*

Nous avons fait l'analyse didactique du problème *Golf* à la section 4.4.1 page 129.

Présentation initiale sur le site Web Les informations présentes sur le site Web concernant *Golf* et ses modifications successives sont intégralement reproduites à partir de la page 360. Dans ce qui suit et pour faciliter la lecture, nous reproduisons et analysons successivement chaque rubrique de ce problème.

Sur le site Web, la *Présentation* du problème *Golf* est ainsi faite :

Présentation

Le problème

Le problème consiste à atteindre un nombre à partir de multiples de deux autres nombres.

Un exemple

Atteindre 23 à l'aide de multiples de 2 et de 5.

On trouve par exemple $2 \times 4 + 3 \times 5 = 23$.

Cet exemple est proposé dans le ERMEL CM2.

La présentation faite est similaire à celle de (ERMEL CM2, pp. 56-62). Le verbe « atteindre », aussi employé dans le ERMEL, est relativement peu précis car il n'indique pas explicitement les opérations permises. Son emploi est donc discutable et pourrait inciter les enseignants à le remettre en cause durant l'expérimentation et donc provoquer des échanges à propos de la formulation de l'énoncé pour les élèves et sur le site Web. Nous avons éclairci cet aspect lors de la première réunion[181]. Cependant, une recherche avec des soustractions et des additions de multiples peut convaincre qu'il y a dans ce cas une infinité de solutions lorsque l'on en trouve au moins une. L'expression « additions successives » utilisée dans le ERMEL CM2 est remplacée par l'emploi du terme de *multiple*. L'addition est largement utilisée dans le cycle 2 et le terme *multiple* est davantage caractéristique du cycle 3 ce qui nous semble susceptible d'attirer l'attention des enseignants et de faciliter l'adoption de ce problème. Enfin, à l'inverse de (ERMEL CM2), nous n'avons pas utilisé plusieurs écritures de la solution. Ceci ne semble pas utile dans cette rubrique où nous présentons le problème et non les différentes façons de le résoudre ou d'écrire une solution.

Passons à la rubrique *Exemples* :

Exemples

Exemple 1

Atteindre 41 avec 8 et 3

Il y a plusieurs solutions (2 exactement) :

- $4 \times 8 + 3 \times 3$
- $8 \times 8 + 11 \times 3$[182]

Exemple 2

Atteindre 97 avec 8 et 3

Ici, le nombre de solutions est plus grand :

[181] Réunion R1-I, à laquelle seuls 3/7 des enseignants étaient présents.

[182] Le 9 novembre (II), nous avons corrigé par $\underline{1} \times 8 + 11 \times 3$ en $8 \times 8 + 11 \times 3$. Aucun enseignant ne nous a signalé cette erreur.

- $11 \times 8 + 3 \times 3$
- $8 \times 8 + 11 \times 3$
- $5 \times 8 + 19 \times 3$
- $2 \times 8 + 27 \times 3$

On peut demander aux élèves de chercher le plus de solutions possibles.

Exemple 3

Atteindre 92 avec 5 et 3

Les solutions :

- $16 \times 5 + 4 \times 3$
- $13 \times 5 + 9 \times 3$
- $10 \times 5 + 14 \times 3$
- $7 \times 5 + 19 \times 3$
- $4 \times 5 + 24 \times 3$
- $1 \times 5 + 29 \times 3$

On peut demander aux élèves de prouver qu'ils obtiennent toutes les solutions.

Exemple 4

Atteindre 23 à l'aide de multiples de 2 et de 5.

Les solutions :

- $2 \times 4 + 3 \times 5 = 23$
- $2 \times 9 + 1 \times 5 = 23$

Cet exemple est proposé dans le ERMEL CE2.

Quatre instanciations du problème sont proposées c'est à dire autant que dans le ERMEL CE2. Les trois premiers exemples sont ceux du ERMEL CM2, dans le même ordre, et le quatrième est celui qui est proposé en premier par le ERMEL CE2 et qui est aussi donné en illustration de la « description rapide » du ERMEL CM2. La ressource indique explicitement que le nombre de solutions diffère selon les exemples et les solutions sont toutes données, un peu à la manière du ERMEL CM2[183]. Les exemples 1 et 4 sont différents mais donnent le même nombre de solutions. La numérotation des exemples, les commentaires qui accompagnent les exemples, peuvent suggérer plus ou moins implicitement une progression intéressante dans les exemples. Aucune consigne directement destinée aux élèves n'est proposée, les commentaires sont rédigés sous forme de proposition et aucun déroulement n'est imposé. Avec ces informations, l'enseignant a donc le choix du ou des exemples qu'il souhaite traiter et de l'organisation didactique. Il peut par exemple :

- ne traiter qu'un cas.
- traiter deux cas avec le même nombre de solutions avec les exemples 1 et 4 : 41 est presque le double de 23, les élèves pourraient être surpris de ne pas trouver un nombre plus grand de solutions.
- traiter deux cas avec le même nombre de solutions (exemples 1 et 4) puis traiter un cas avec un nombre de solutions supérieur (exemple 2 ou 3) ce qui permet de susciter un doute chez les élèves qui auraient pu généraliser hâtivement.
- traiter l'exemple 1 puis le 2 dans le même esprit.
- traiter l'exemple 2 ou 3 puis le 1 ou le 4. Les élèves ayant probablement trouvé plus de deux solutions dans le premier cas, seront d'autant plus surpris de ne pas en trouver autant dans le deuxième.

[183]Nous avons vu que le ERMEL CE2 ne proposait pas ces éléments.

Dans quasiment tous les cas, selon notre analyse a priori, une dynamique fondée sur le nombre trouvé de solutions peut permettre à l'enseignant de favoriser un débat sur l'exhaustivité des solutions. Si l'enseignant ne traite qu'un seul cas, cette dynamique est plus improbable mais il peut encore miser sur l'expérience des élèves s'il a pu mener un tel problème avec ces élèves[184].

Nous avons vu plus haut que le terme *atteindre* de la présentation est imprécis. Le commentaire de l'exemple 1 qui indique qu'il y a exactement deux solutions et la forme des solutions de chaque exemple permet d'écarter implicitement l'utilisation de la soustraction, de la multiplication et de la division de multiples. Enfin, l'accompagnement de la CoP est aussi là pour gérer les interrogations concernant l'interprétation de l'énoncé.

Passons à la rubrique *Preuve* du problème :

Preuve

Prenons l'exemple « Atteindre 41 avec 8 et 3 », ce problème revient à chercher x et y, deux nombres entiers qui vérifient l'équation à deux inconnues : $3x+8y=41$.

Pour trouver la ou les solutions, on peut tester successivement des valeurs de x et déduire la valeur de y (ou l'inverse). Par exemple, on essaye successivement $x = 0, 1, 2$, *etc. et on cherche l'éventuelle valeur de y correspondante.*

Inversement, si on commence par choisir des valeurs de y, on peut voir plus rapidement si le complément à 41 est un multiple de 3 ou non. En effet, il y a moins de multiples de 8 inférieurs à 41 que de multiples de 3.

On peut aussi utiliser l'égalité : $y = (41-3x)/8$.

Ceci permet, en remplaçant x par la valeur choisie, de calculer directement y. L'utilisation d'un logiciel de type tableur facilite l'obtention de la liste des solutions avec cette formule. Il suffit de ne garder que les solutions entières.

La preuve est similaire à une de celles données dans le ERMEL CM2. Basée sur un cas qui n'a que deux solutions, elle utilise des notations algébriques et le fait que l'on peut tester un ensemble de nombres fini et borné par $E[41|8]$. Nous jugeons ces éléments comme peu pertinents étant donné la formation mathématiques générale des enseignants de l'école primaire. Cependant, nous les avons tout de même conservés. En effet, la différence, ici, est que le dispositif propose un accompagnement des enseignants et que l'on souhaite favoriser des discussions sur la formulation de cette preuve rédigée à leur intention : Est-elle compréhensible ? Utile ? Faut-il faire des modifications ? Nous n'avons pas indiqué la deuxième méthode décrite dans notre analyse a priori et dans le ERMEL CM2. Cette première preuve est a priori compréhensible par les enseignants et l'ajout de la deuxième aurait nécessité davantage de texte. Cela ne nous a pas paru opportun.

La possibilité d'utiliser un tableur est indiquée pour le cas « 41 avec 8 et 3 » ce qui peut suggérer d'utiliser cette méthode pour trouver rapidement toutes les solutions. Il aurait été possible de proposer le calcul et l'affichage des solutions directement en ligne plutôt que de recourir à un tableur. En cohérence avec la dimension *Conçu/Émergent* du design de l'expérimentation, nous pensions que cette option était susceptible d'émerger de l'activité de la CoP.

Modifications du problème *Golf* La partie *Commentaires* du problème a été ajoutée sur le site Web à l'issue de l'année I[185] :

[184] C'est l'idée de problème de référence que nous avons notée dans (Arsac et al. 1991)

[185] Le 14 janvier (I).

Commentaires

Éléments de recherche et de débat possibles

Selon les cas envisagés, il n'y a pas le même nombre de solutions. Les élèves, sans forcément les trouver toutes dans un premier temps, peuvent en trouver au moins quelques-unes. Ceci peut permettre d'envisager la question de l'exhaustivité des solutions après une première phase de familiarisation.

Les élèves peuvent donc successivement aborder les aspects suivants :

– *trouver une solution*
– *trouver le maximum de solutions*
– *trouver toutes les solutions*

Comme précédemment, les éléments sont formulés sous forme de propositions et le texte est concis. Il indique explicitement la variation du nombre de solutions selon les cas et évoque une progression possible du travail des élèves jusqu'à la recherche exhaustive. L'organisation et les consignes pour les élèves sont laissées à l'enseignant et peuvent se déduire des informations données.

Au début de l'année II et suite à quelques remarques plus ou moins informelles des enseignants sur le niveau mathématique des preuves, nous ajoutons le tableau suivant qui vise à faciliter la compréhension de la preuve par le traitement exhaustif du cas « 41 avec 8 et 3 » :

y	8y	comp. à 41	x
0	0	41	-
1	8	33	11
2	16	25	-
3	24	7	-
4	32	9	3
5	40	1	-

Conclusion la version de *Golf* proposée sur le site Web La version de *Golf* sur le site Web est largement inspirée par celle d'ERMEL. La présentation en est plus concise, notamment du fait que nous n'y avons pas véritablement développé de scénarios à destination des enseignants, alors qu'ils forment la trame de la présentation pour ERMEL, et que nous n'avons pas abordé, dans une première version, les réponses possibles des élèves. Ce n'est qu'à partir de la deuxième année que nous avons apporté des options en termes d'éléments de recherche et de débats, toujours formulée sous forme concise et de propositions. En cohérence avec nos choix méthodologiques concernant le design de l'expérimentation et avec des considérations ergonomiques, ces choix sont censés favoriser l'adoption de ce problème par les enseignants et aussi l'activité de la CoP dès son émergence. En suivant la même cohérence, une aide à la compréhension de la preuve a aussi été ajoutée. Finalement, l'espace de liberté de l'enseignant est relativement important concernant la mise en oeuvre de ce problème.

Passons maintenant à la présentation et à l'analyse de *Cordes* avant de conclure sur l'ensemble des problèmes proposés.

Le problème *Cordes*

Analyse didactique Le problème *Cordes* consiste à chercher le nombre de cordes que l'on peut tracer en fonction du nombre n de points sur un cercle. On peut trouver le nombre de cordes $C(n)$ d'au moins trois façons que nous résumons ainsi :

– procédure « additive » : $(n-1)+(n-2)+\cdots+1$
– procédure « multiplicative » : $\frac{n(n-1)}{2}$
– procédure par récurrence : $C(n) = C(n-1)+(n-1)$ avec $C(1) = 0$.

Sans aide, les élèves peuvent faire des essais, en effectuant des tracés ou non, afin de chercher des premiers résultats. En choisissant un grand nombre de points, sans doute avec un nombre de points de l'ordre d'une ou deux dizaines, ils constateront rapidement qu'il n'est pas possible, ou alors pas de manière sûre, de tracer et compter toutes les cordes possibles de par leur trop grand nombre (variation en fonction du carré du nombre de points). Les cas de 2 et de 3 points sont triviaux pour des élèves de l'école élémentaire. Pour le cas des 4 points (6 cordes), il nous semble qu'une rapide perception visuelle sur une figure permet de voir un quadrilatère et ces deux diagonales. À partir de 5 points (10 cordes), une méthode de comptage peut commencer à paraître nécessaire aux yeux des élèves pour ne pas compter deux fois une corde et pour ne pas en oublier. Les élèves peuvent par exemple chercher à colorier les cordes au fur et à mesure du comptage s'ils pensent les avoir toutes tracées ou bien les compter en les traçant. En essayant des cas successifs tels 3 points, 4, 5, 6, etc., ils peuvent reconnaître une progression régulière du nombre de cordes (3, 6, 10, 15, etc.) en voyant qu'on passe d'un cas à l'autre en additionnant 3, 4, 5, etc. et inférer le phénomène de récurrence qui explique cette régularité : pour résoudre le cas des $n+1$ points, on ajoute n cordes au cas précédent des n points. En effet, le $n+1$-ième point permet de former n nouvelles cordes avec les n précédents points. Cependant, cette façon de faire ne permet pas de trouver immédiatement le nombre de cordes pour un n donné. Les élèves peuvent aussi aboutir, plus ou moins directement, à la procédure additive qui donne le nombre de cordes : avec n points, le premier point permet de former $n-1$ cordes, le deuxième permet de former $n-2$ nouvelles cordes et ainsi de suite jusqu'au dernier point qui ne permet pas de tracer de nouvelle corde. Certains élèves peuvent trouver la procédure multiplicative $n(n-1)/2$ en cherchant à rectifier une conception erronée de la situation. Par exemple pour 5 points, certains penseront qu'il y a 4 cordes par point ce qui donne donc $5 \times 4 = 20$ cordes. En vérifiant par comptage et grâce à la connaissance des doubles et moitiés travaillés au cycle 2, ils repéreront que le vrai résultat, 10, n'est autre que la moitié de 20 et qu'il convient donc de diviser le résultat précédent par 2. Le traitement de quelques autres cas pourra conforter ce résultat. Certains élèves pourront aller jusqu'à expliquer la validité générale de cette formule en arguant en substance qu'avec la multiplication $n(n-1)$, chaque corde est comptée deux fois d'où la nécessité de diviser par 2.

Ainsi, le problème possède en lui-même un potentiel de recherche intéressant puisque plusieurs pistes de recherche existent, avec ou sans figure et que ces pistes sont accessibles à des élèves de cycle 3. Ceci est aussi de nature à nourrir des débats sur la validité de telle ou telle formule ou procédure, et ensuite sur son efficacité. Cependant, le potentiel de débat dépend des résultats trouvés par les élèves. S'ils sont identiques, ceci n'est pas de nature à favoriser les débats. Des actions de l'enseignant sont alors possibles pour mieux assurer ce potentiel. Il peut le faire en mettant en exergue que le traitement de quelques cas ne permet pas de conclure dans le cas général ou qu'on ne peut compter à la main les cordes pour un grand nombre de points, nombre qu'il pourra préciser, ce qui peut mettre en doute la validité ou au moins l'efficacité d'une formule ou d'une procédure aux yeux des élèves. L'enseignant peut chercher à davantage contrôler ces potentiels de recherche et de débat en imposant les nombres de points traités au moins au départ. Pour éviter d'induire la procédure par récurrence, il ne faudrait pas qu'il propose des nombres consécutifs de points. S'il souhaite empêcher le dénombrement sur des tracés effectifs de cordes, il lui suffira d'augmenter le nombre de points.

ERMEL propose ce problème à la fin de l'année de CM2 mais nous l'avons déjà mis en place dès le début du cycle 3, en CE2.

Présentation initiale sur le site Web Voici comment est présenté le problème *Cordes* sur le site Web au début de l'expérimentation[186] :

Présentation

Le problème

On place un certain nombre de points sur un cercle.

Est-il possible de trouver le nombre de cordes (segment joignant deux points du cercle) ?

La présentation est concise. Dans sa « description rapide », ERMEL propose une prolongation à la recherche de la somme des premiers nombres entiers naturels. Pour notre part, nous considérons que cette « deuxième » recherche est pleinement incluse dans le problème des cordes et nous ne l'avons donc pas explicitement signalée, la liberté revenant à l'enseignant de la mener ou non à son terme[187]. Des exemples de nombre de points sont proposés sur le site Web de la manière suivante :

Exemples

On peut commencer par 6 points sur un cercle disposés de façon irrégulière. On obtient 15 cordes.

On peut ensuite passer à 10 points ce qui donne 45 cordes. Les élèves ont peu de chance de pouvoir les compter de façon sûre.

On peut aborder, sans obligatoirement le poser comme tel, le cas général en proposant de chercher une méthode pour trouver relativement facilement le nombre de cordes pour 32 points, 210 points, etc.

Nous avons repris la logique et les nombres de points utilisés dans les trois étapes présentées par ERMEL car ils nous semblent adaptés. Le premier nombre peut favoriser la dévolution du problème et les deux autres cas permettent de mettre difficulté les premières procédures et de dévoluer le problème dans le cas général. À l'inverse du ERMEL, les indications sont ici formulées comme des propositions. L'enseignant peut donc choisir de proposer dès le départ le cas général comme il peut préférer s'appuyer sur les repères proposés. Il peut aussi choisir d'autres nombres.

La preuve du problème est présentée en s'appuyant sur la procédure « additive » et la procédure « multiplicative ». La procédure par récurrence sera présentée, l'année (II) lors des ajouts sur le site Web, comme une « variante » de la procédure additive dans le sens où les élèves peuvent relativement facilement passer de l'une à l'autre. Le contenu du site Web est le suivant au début de l'expérimentation :

[186]Cf. l'ensemble de la présentation à partir de la page 365.

[187]Un peu à l'inverse de l'approche du spécial Grand N « Points de départ », nous considérons plutôt la recherche non exhaustive des solutions comme une option.

Preuve

Solutions

Si on place n *points sur un cercle, le nombre de cordes est égal à :* $n(n-1)/2$*. Par exemple, pour 6 points, le nombre de cordes est égal à* $(6\times 5)/2 = 15$.

Preuve 1

La preuve revient à calculer la somme $(n-1)+\cdots+3+2+1$.
On effet, on choisit un des points. Il permet d'obtenir $(n-1)$ *cordes. En prenant un autre point, on obtient une corde de moins, c'est à dire* $(n-2)$ *et ainsi de suite jusqu'à l'avant-dernier point qui ne peut être joint qu'au dernier point, ce qui donne une seule corde.*
Le calcul de la somme $(n-1)+\cdots+3+2+1$ *s'effectue de la manière suivante. On effectue :*

$$\begin{array}{ccccccccccc} (n-1) & + & (n-2) & + & \cdots & + & 2 & + & 1 & + \\ 1 & + & 2 & + & \cdots & + & (n-2) & + & (n-1) & \end{array}$$

ce qui donne : $n+n+n+\cdots+n \qquad (n-1$ *fois)*

Par conséquent, on a calculé que 2 fois la somme recherchée est égale à $(n-1)\times n$*. Il faut donc diviser cette expression par 2 pour obtenir la somme elle-même.*

Preuve 2

Il y a n points. Chaque point est relié à $(n-1)$ *points. Mais, avec cette méthode, chaque corde est comptée 2 fois (une fois par extrémité). On obtient donc* $n(n-1)/2$ *cordes.*

Avec la procédure multiplicative, une première section fournit de manière concise un moyen rapide et illustré par un exemple pour calculer le nombre de cordes. Pour les deux preuves proprement dites, l'usage de l'algèbre rapporté à ce que nous connaissons de la formation et à l'aisance des enseignants en mathématiques nous semble « excessif ». Comparé au problème *Golf*, l'appui sur des exemples numériques pourrait être plus important car il pourrait faciliter la compréhension des preuves. Nous avons choisi de procéder ainsi afin d'initier des discussions sur cette ressource dont l'énoncé nous paraît relativement attrayant pour un enseignant du cycle 3, notamment à cause du fait qu'il se situe initialement dans le cadre géométrique,

Modifications sur le site Web La présentation de *Cordes* a été modifiée d'une part par l'ajout d'images animées et commentées pour illustrer les preuves présentées plus haut ainsi que la preuve par récurrence dans le cas de 6 points et, comme pour les autres problèmes, par l'ajout de commentaires sommaires sur la gestion du problème en classe.

Voici la rubrique *Animation* ajoutée au début de l'année II[188] :

Animation

Les animations illustrent deux stratégies de résolution dans le cas de 6 points : la première stratégie où on ne compte les cordes qu'une unique fois et la deuxième où on les compte toutes deux fois (pour ensuite diviser le nombre obtenu par 2).

Première méthode

*[*ici, une image GIF animée[189]*]*

Le nombre de cordes est $5+4+3+2+1 = 15$.

[188] Le 13 janvier (II).

[189] L'image consiste en un cercle avec six points disposés de manière non régulière sur le cercle. Un point est marqué en rouge puis les cordes partant de ce point s'affichent une par une dans le sens horaire. Un deuxième point adjacent au premier est marqué en rouge et les nouvelles cordes sont tracées dans le même ordre. L'animation se poursuit jusqu'à la dernière corde puis reprend à son point de départ.

Une variante (raisonnement par récurrence) consiste à déduire le cas des 6 points de celui des 5 points (que l'on peut calculer à part). Il suffit d'ajouter les 5 nouvelles cordes créées par le sixième point à celles déjà comptées pour les 5 premiers (au nombre de 10). Ainsi, on obtient $5+10=15$ *cordes.*

Le fait de proposer successivement certains cas, par exemple le cas de 5 puis de 6 points, risque d'induire cette stratégie.

Deuxième méthode

*[*ici, une image GIF animée[190]*]*

Il y a 5 cordes pour chacun des 6 points mais, ainsi, toutes les cordes sont comptées en double (en rouge dans l'animation). En effet, une corde relie 2 points, donc on compte la corde pour une extrémité et on la recompte pour l'autre extrémité.

On obtient donc le nombre de cordes : $(5\times 6)/2=15$.

Le texte illustre donc les preuves présentées plus haut et est censé faciliter leur appropriation. Il indique aussi en particulier que le choix de traiter le cas de 5 puis de 6 points risque d'induire le raisonnement par récurrence mais il n'indique pas si c'est souhaitable ou non. Ceci fait notamment suite à notre observation de la séance menée par M^{me} $\mathcal{S}$ l'année I.

Signalons ici que l'animation est un aspect intéressant du support Web. Les animations proposées illustrent dynamiquement les deux preuves dans le cas de 6 points. Le format des animations, GIF animé, est d'un fonctionnement assez limité[191] mais il à l'avantage de ne pas nécessiter l'ajout d'un module complémentaire au navigateur des enseignants. Ceci simplifie donc l'accès au contenu du site Web.

La rubrique *Commentaires* a été ajoutée en même temps que la rubrique *Animation*. La précision « proposer des cas qui se succèdent (5, 6...) risque d'introduire la preuve par récurrence » a ensuite été ajoutée le 28 avril (II), suite à nos observations des séances de M. $\mathcal{F}$ et de M. $\mathcal{D}$ de la fin mars, pour mieux mettre en valeur cet aspect important de la mise en oeuvre de ce problème. La ressource est donc en partie construite dans l'usage (Folcher à paraître).

Commentaires

Éléments de débats possibles

- *méthode pour être sûr de compter toutes les cordes sans en oublier*
- *moyen de communiquer sa démarche (les élèves peuvent proposer plusieurs types de codage, par exemple basés sur des couleurs)*
- *des élèves peuvent proposer la preuve basée sur la multiplication sans qu'ils soient capables de l'expliquer dans un premier temps : cette preuve ne peut être considérée comme valide sans une explication acceptée par la classe. À l'issue des débats, l'enseignant peut en proposer une explication.*
- *efficacité des différentes formules : elle dépend du nombre de points considéré*

Autres éléments de l'activité

- *certains élèves risquent de confondre* cordes *et* diamètres
- *un nombre élevé de points oblige la recherche d'une méthode générale*
- *proposer des cas qui se succèdent (5 points, 6 points, etc.) risque d'induire la preuve par récurrence*

Brièvement, on indique des points sur lesquels l'enseignant est susceptible de s'appuyer pour mener des échanges et des débats entre les élèves mais sans entrer dans les détails de leur gestion.

[190] L'animation est similaire à la précédente. Les cordes tracées deux fois sont, elles, marquées en rouge.

[191] Essentiellement, il affiche des images qui se superposent à un rythme donné.

L'intérêt de ce problème et les ressorts sur lesquels l'enseignant peut éventuellement jouer sont introduits mais, là aussi, le détail de la gestion est laissé à sa charge.

Notre expérimentation de la première année nous a permis de voir que des élèves peuvent trouver la formule sous la forme multiplicative mais sans toujours pouvoir l'expliquer. Nous indiquons donc une option générale de gestion qui consiste à renvoyer dans un premier temps la charge de la preuve aux élèves.

Enfin, notons que l'ensemble des ajouts respectent la concision et la formulation en termes simples que nous avons déjà évoquées plus haut.

Conclusion sur la version de *Cordes* sur le site Web Après avoir consulté les rubriques du problème *Cordes*, l'enseignant doit notamment choisir la manière dont il va présenter le problème. La consigne qui figure dans la présentation est très ouverte et est susceptible d'être modifiée. La consigne la plus fermée qui consiste à imposer les cas traités est la plus sécurisante car elle laisse moins de marge de manoeuvre aux élèves tout en préservant les potentiels de recherche, de résistance et de débats. Finalement, l'enseignant peut quasiment à tout moment choisir de fixer le nombre de points sans pour autant fermer le problème.

Il doit aussi choisir la modalité pour présenter le problème : à l'aide d'un énoncé uniquement écrit, uniquement à l'oral, ou bien à la fois à l'oral et à l'écrit. Un énoncé écrit peut sembler moins engageant aux yeux des élèves, par exemple du fait de difficultés de lecture, alors que le problème « raconté » peut paraître plus accessible aux élèves. Il peut choisir de présenter le problème avec ou sans figure au tableau. Ici, l'utilisation d'une figure risque d'aboutir, volontairement ou non, à montrer une technique raisonnée de comptage des cordes ce qui dévaluerait l'intérêt attendu de l'activité. Les modifications effectuées sur la ressource à l'aide de l'animation, du commentaire qui l'accompagne et des autres commentaires montrent mieux le risque d'induction de la résolution par récurrence. L'attention est aussi attirée sur la confusion possible entre *cordes* et *diamètre* ce qui devrait permettre à l'enseignant d'y être attentif. La ressource ne décrit pas comment le faire, l'enseignant devra donc gérer cet aspect.

Enfin, la ressource ne précise pas ce à quoi peuvent aboutir les élèves, sur quoi l'enseignant peut conclure à l'issue d'un tel problème, combien de temps est susceptible de durer sa résolution, les aides qu'il pourra fournir ou, à l'inverse, celles qu'il devrait éviter de fournir, exception faite d'une succession de cas du type 4, 5, 6...

Pour le problème *Cordes*, l'enseignant a donc, avant ou pendant la mise en oeuvre, plusieurs choix à faire concernant la dévolution du problème, l'avancée de sa résolution et la conclusion.

4.5.4 Conclusion sur les activités proposées dans la CoP

Les sections précédentes nous ont permis de présenter les problèmes proposés dans la CoP. Supportés par des arguments de nature didactique et ergonomique, les choix que nous avons faits visent deux objectifs principaux. D'une part, il s'agit de favoriser l'adoption de ces problèmes par les enseignants. Sur ce point, nous avons montré comment nous avons assuré une assez grande variété parmi des problèmes que nous avons généralement extraits des travaux d'ERMEL, ce qui nous permettait de bénéficier en partie de leurs expérimentations. Il faut souligner que, contrairement un numéro spécial Grand N « Points de départ » et à ERMEL CE2, nous avons toujours fourni les solutions et des preuves des problèmes, celles-ci étant plus ou moins accessibles aux enseignants mais toujours en prenant en compte le contexte de CoP. D'autre part, il s'agit aussi de favoriser l'activité d'une CoP émergente d'enseignants et donc, ici, de favoriser leur participation en lien avec les ressources proposées. Les présentations des problèmes sur le site Web sont concises, les indications données aux enseignants sont formulées en termes de propositions, plusieurs scénarios sont possibles mais ne sont pas toujours présentés, aucune consigne à destination des élèves n'est précisée, les productions possibles des élèves ne sont quasiment pas évoquées. Les différences avec la présentation qui en est faite dans les ouvrages ERMEL sont donc nombreuses. En particulier, les différents scénarios sont peu évoqués alors qu'à l'inverse ils forment la trame de la présentation d'une activité dans les ouvrages ERMEL. Ces informations sont volontairement manquantes afin de déclencher des échanges dès l'émergence de la CoP, c'est à dire dès le début de l'expérimentation.

Le site Web a subi quelques modifications pendant l'expérimentation. La plus important concernant les problèmes est l'ajout d'une rubrique *Commentaires* qui propose notamment des éléments de recherche et de débats possibles pour chaque problème. Suite à nos observations lors de l'année I, nous avions noté que les enseignants avaient parfois du mal à les repérer et nous avions fait la proposition d'ajouter quelques informations de nature à les aider dans la gestion de leurs séances. Les enseignants avaient accepté sous réserve que les ajouts respectent la logique « minimaliste » du site Web. Ces éléments consistent donc à résumer les potentiels de recherche et de débat des problèmes mais sans pour autant proposer un scénario obligatoire pour l'enseignant. Autrement, il s'agit plus d'étayer le travail de préparation des séances et de gestion en cours de séance que de décrire la façon dont on doit procéder. Lors de l'expérimentation, les enseignants ne demanderont pas d'aller plus loin sur ces aspects.

4.6 Conclusion

Ce chapitre était consacré aux *activités de recherche et de preuve entre pairs* (RPP). Après avoir montré l'intérêt de cette expression et de l'expression *activité orienté notion ou technique* (ONT), nous avons aussi défini les *potentiels de recherche*, *de débat*, *de résistance et de résistance dynamique*, *didactique* de ces activités qui nous servent à mieux les caractériser et les analyser. En complément du cadrage théorique présenté au chapitre 2, ces concepts nous ont permis de mener des analyses didactique et ergonomique a priori des expérimentations déjà menées autour des activités RPP, des instructions officielles et des ressources destinées aux enseignants du cycle 3 de l'école primaire. Un premier résultat de ce chapitre est donc d'avoir montré la pertinence des concepts mobilisés – activité RPP et ONT ; potentiels d'une activité RPP ; utilité, utilisabilité, adaptabilité et acceptabilité d'une ressource – et leur complémentarité avec les outils didactiques classiques pour analyser des activités RPP et des ressources proposant de telles activités.

De l'analyse des expérimentations et de la littérature professionnelle, nous retenons que la place des activités RPP à l'école est légitime et qu'elle correspond à une transposition pertinente de l'activité des mathématiciens dans la sphère scolaire. Pourtant, nous avons plusieurs fois relevé le manque de référence à des études scientifiques sur l'activité des mathématiciens et souligné qu'il serait probablement intéressant de mieux distinguer l'activité idéalisée des mathématiciens de leur activité réelle, par exemple en ce qui concerne leur connaissance de l'usage formel des quantificateurs, leur façon d'apprendre les mathématiques et la validité des résultats ou des démonstrations publiées. N'ayant pas mené nous-mêmes une telle étude, nous avons trouvé que, si elle était relativement raisonnable dans ses ambitions, l'expérimentation des « problèmes ouverts » était celle qui s'attachait le plus à montrer sa légitimité par rapport à l'activité des mathématiciens et celle qui cherchait le plus à s'intégrer dans les pratiques existantes, ce qui est au coeur de notre projet. En particulier, nous retenons que des problèmes relativement simples à mettre en oeuvre suffisent probablement pour favoriser la pratique d'activités RPP, voire permettent aussi d'avoir des effets de bords pertinents sur la pratique des enseignants mais aussi sur l'activité des élèves. C'est le deuxième résultat de ce chapitre.

Cependant, nous avons aussi trouvé que, malgré leur variété et même si les indices relevés par les expérimentateurs sont encourageants, aucune étude, parmi celles étudiées, ne s'est attachée à montrer rigoureusement sa pertinence en matière d'apprentissage par les élèves ou par les enseignants. Concernant les élèves, nous ne mènerons pas une telle étude mais nous reprendrons à notre compte l'hypothèse de (Arsac et Mante 1997, p. 23) selon laquelle un petit nombre de situations peuvent constituer des situations de référence pour l'enseignant et les élèves et ainsi soutenir des apprentissages sur le long terme. Il s'agira donc dans l'expérimentation, d'une part, de faire « vivre » des moments de recherche et des moments de débats mathématiques dans la classe, en tenant compte des contraintes des pratiques existantes et en essayant d'en affaiblir certaines, et, d'autre part, au-delà de cette expérimentation, de miser sur une *diffusion des connaissances* plus ou moins automatique ou contrôlée dans le système cohérent et complexe des pratiques de classe[192].

Notre étude didactique et ergonomique a priori des instructions officielles et de la littérature professionnelle à destination des enseignants du cycle 3 a montré, sauf exceptions, que le rôle de l'enseignant est généralement considéré comme primordial mais aussi comme complexe. À cet égard, les documents consultés contiennent plusieurs éléments susceptibles d'aider l'enseignant à pratiquer des activités RPP avec ses élèves. Cependant, nous y avons aussi relevé plusieurs défauts. D'une part, ces ressources souffrent généralement de défauts en matière d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptabilité. D'autre part, elles se situent rarement dans des dynamiques de pratiques, par exemple en proposant des options de mise en oeuvre, en explicitant les différents choix effectués par les auteurs, en étayant le passage de pratiques existantes à de « nouvelles » pratiques. Ceci tend donc à valider notre hypothèse concernant le fait que l'ergonomie des ressources n'est pas optimale pour favoriser la pratique d'activités RPP par les enseignants et le fait que l'inscription dans des dynamiques de pratiques reste largement à explorer, ce qui est justement au coeur de notre travail et de l'approche de Wenger.

À ce point de la conclusion, il faut souligner les deux principales limites de notre étude. Tout d'abord, elle repose sur des hypothèses en matière d'ergonomie qu'il faudrait étayer par des analyses empiriques car elles ont un impact direct sur nos analyses. L'expérimentation y contribuera en partie. D'autre part, l'étude ne porte que sur un volume limité d'expérimentations et de littérature, parmi les plus accessibles aux enseignants. Nous ne pouvons donc vérifier la généralité de nos conclusions.

Finalement, les différentes analyses menées dans ce chapitre ont étayé nos choix concernant les activités permettant de favoriser l'émergence d'une CoP d'enseignants ayant pour entreprise commune de faire pratiquer des activités RPP à leurs élèves. Dans les ressources proposées aux enseignants, nous avons certes « comblé » certains manques constatés dans la littérature mais, en cohérence avec la perspective de Wenger, nous en avons aussi laissés certains, afin justement de favoriser l'émergence de cette CoP. Des contraintes techniques de faisabilité feront aussi que nous ne ferons qu'une exploitation réduite des potentialités liées à l'utilisation d'un site Web.

Il s'agit maintenant d'analyser l'expérimentation menée et de voir si nos choix se sont révélés

[192]Sous entendu, celles des enseignants mais aussi celles des élèves.

judicieux et si nos hypothèses ont été validées.

Chapitre 5

Déroulement de l'expérimentation et analyse de la CoP

DANS ce chapitre, nous présentons tout d'abord une chronologie synthétique du déroulement de l'expérimentation année par année afin d'en donner une vue d'ensemble. Dans une seconde partie, nous analysons une partie de l'activité de la CoP afin de répondre à nos interrogations concernant, d'une part, la pratique des activités RPP et, d'autre part, la pertinence des hypothèses faites en matière de design pour favoriser l'émergence d'une CoP d'enseignants. Dans ce chapitre, l'étude sera centrée sur les choix des problèmes mis en oeuvre, la consultation du site Web, les comptes-rendus de séances rédigés par les enseignants, les réunions et le rôle de coordination. Dans le chapitre suivant, nous analyserons la place des enseignants, particulièrement de M^me^ $\mathcal{S}$, en termes de trajectoires dans la CoP et nous complèterons les premières réponses données.

5.1 Chronologie et déroulement général

Pour chaque « année »[1] de l'expérimentation, nous présentons dans cette section une synthèse de son déroulement. L'objectif est de préciser la trame de l'expérimentation et de l'activité de la CoP avant d'étudier plus en détail certains de ses éléments dans les sections suivantes. La notation (I) désigne la première année d'expérimentation, (II) la deuxième et (III) la troisième.

5.1.1 Année I : 2002-2003

Cette « année » commence en mars, après que soit constituée une première communauté d'enseignants, et se termine début juillet. Elle est le support de notre mémoire de DEA[2]. Après avoir obtenu l'accord des inspecteurs de deux circonscription proches géographiquement que nous connaissions, nous avons envoyé des courriers postaux à des écoles d'une première circonscription correspondant à un potentiel de 22 enseignants de cycle 3[3]. Nous avons ensuite effectué un suivi téléphonique afin de vérifier la diffusion aux collègues concernés. Cet envoi nous a permis de recruter 4

[1] Il ne s'agit en effet jamais d'année scolaire complète.

[2] Cf. (Georget 2003).

[3] Le courrier est reproduit à la page 434. Nous avons présenté ce courrier et la méthodologie qui a précédé à son envoi à partir de la page 52.

enseignants dans 3 écoles : M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$, Mme $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{B}$[4]. Ceci nous a conduit, une semaine après, à un envoi de messages électroniques dans les écoles d'une seconde circonscription correspondant à un potentiel de 23 enseignants de cycle 3. Après un suivi similaire, cet envoi a abouti au recrutement de 4 autres enseignants : Mme $\mathcal{S}$, Mme $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{M}$. Pour les deux modalités, ceci correspond à un taux moyen de réponses positives d'un peu moins de 18% des enseignants contactés quelle que soit la modalité, courrier postal ou électronique[5]. Les 8 enseignants impliqués au début de cette année là sont donc : Mme $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$, Mme $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{M}$, Mme $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{B}$[6]. Lors de nos activités de formateur, nous avions déjà rencontré plus ou moins brièvement trois des enseignants : M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{F}$ et Mme $\mathcal{B}$, ce qui a pu favoriser leur implication dans notre projet. Des enseignants se connaissent plus ou moins du fait de leur appartenance aux mêmes circonscriptions, mais il ne semble pas que cela les ait influencés.

Parmi les enseignants ayant répondu positivement, 6/8 sont directeurs de leur école. Seuls Mme $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ pratiquent déjà, dans des proportions différentes, des activités RPP/non-ONT. M. $\mathcal{H}$, Mme $\mathcal{R}$ et M. $\mathcal{F}$ proposent des activités RPP/ONT et les autres enseignants ne pratiquent par d'activité de recherche autres que celles principalement centrées sur la compréhension de l'énoncé. Les activités proposées dans la CoP sont donc nouvelles pour tous les enseignants à l'exception de M. $\mathcal{H}$, et aussi Mme $\mathcal{S}$ dans une moindre mesure.

M. $\mathcal{B}$ a quitté rapidement le dispositif et nous avons très peu de données le concernant. Il a assisté à la réunion R1-I[7] et nous avons observé une séance dans sa classe[8] dont il nous en a fait parvenir un compte-rendu sous former papier. Il n'avait pas la possibilité d'accéder à Internet et souhaitait communiquer par fax, ce qui n'était pas envisageable facilement dans notre expérimentation. Dans la suite de notre étude, nous n'avons donc retenu ses données que de façon exceptionnelle. D'autre part, nous n'avons pu observer qu'une seule séance de Mme $\mathcal{B}$[9]. Pour des raisons d'emploi du temps et de santé, son implication durant le reste de l'expérimentation est restée très sporadique. L'exploitation des données recueillies pour cette enseignante sera, elle aussi, limitée. Ces deux enseignants ne se sont jamais connectés sur le site Web.

La réunion R1-I, la seule de l'année, a permis de préciser notre projet, d'insister sur la liberté d'action dans la CoP, de présenter brièvement chaque problème et de répondre aux questions. Le site Web contient alors volontairement peu ou pas d'information à caractère didactique ou pédagogique pour les différents problèmes afin de susciter des échanges sur ces « manques ». Ces échanges n'auront pas lieu et l'on devra attendre la réunion R3-II de l'année suivante pour proposer des compléments suite aux difficultés que les enseignants signaleront, notamment pour la gestion des échanges et des débats entre élèves. Quatre enseignants y participent : M. $\mathcal{D}$, Mme $\mathcal{R}$, Mme $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{B}$. Les autres enseignants acceptent donc de participer sans nous rencontrer avant la première observation de séance et sans avoir connaissance des problèmes proposés. Un compte-rendu de la réunion est envoyé par voie électronique et une copie est déposée sur le site Web.

Il y a deux périodes d'observation des séances, en avril puis entre la mi-mai et la fin juin. La

[4] À notre connaissance, Mme $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{B}$ n'ont pas de lien entre eux.

[5] Les taux de réponses positives sont de 18,2% pour le courrier postal et de 17,4% pour le courrier électronique.

[6] L'ordre d'énumération correspond plus ou moins au niveau « d'implication » des enseignants dans la CoP, les plus impliqués étant cités en début de liste. Sauf exceptions, nous reprendrons cet ordre par la suite.

[7] La réunion R1 a eu lieu le 5 mars (I). Le tableau 5.14 page 189 récapitule l'ensemble des réunions avec leur date et leur principal objet.

[8] *Cordes* le 8 avril (I). On trouvera divers tableaux concernant les séances, observées ou non, à partir de la page 298.

[9] Il s'agit de *Piscine*, le 10 avril (I).

deuxième période devait avoir lieu début juin et a dû être repoussée suite aux manifestations qui ont lieu en France.

La plate-forme Web montre des déficiences notamment pour l'échange de messages et une liste de diffusion est mise en place en cours d'année. Les deux seuls comptes-rendus diffusés sont ceux de M. $\mathcal{M}$ [10].

Des entretiens de fin d'année sont menés avec chacun des 7 enseignants encore impliqués dans la CoP afin d'évaluer la pertinence de notre dispositif. Il en ressort un manque de contact entre les enseignants d'où l'organisation de plusieurs réunions les années suivantes. La majorité des comptes-rendus (7/9) nous parviennent lors de cet entretien et ne sont donc pas diffusés comme prévu aux autres enseignants.

Pendant l'année, 14 problèmes ont été mis en oeuvre par 8 enseignants et nous avons observé 14 séances.

5.1.2 Année II : 2003-2004

Pour des raisons personnelles et professionnelles, l'année II recouvre en réalité la période qui s'étend de la mi-décembre au début de juillet. Les 7 enseignants impliqués initialement sont : M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{F}$, M^{me} $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{M}$. À la suite de l'envoi du compte-rendu de la réunion R3-II, M. $\mathcal{M}$ abandonne finalement le 17 janvier pour des raisons de contraintes de temps et d'engagement dans d'autres projets[11]. Il a déjà mis en oeuvre un problème dont nous n'avons aucune trace. La participation de M^{me} $\mathcal{B}$ reste, cette année encore, extrêmement limitée – présence à la réunion R2-II – et nous n'avons pas connaissance d'un problème qu'elle ait éventuellement mené avec ses élèves. Ce sont donc seulement 5 enseignants qui sont réellement impliqués dans l'expérimentation. Pour autant, souhaitant poursuivre le processus du stade de fusion de la CoP déjà initié, nous n'avons pas envisagé le recrutement d'autres enseignants.

La réunion R2-II[12] consiste essentiellement en un pot de remerciements suite à l'obtention de notre DEA. Nous y avons échangé quelques propos à propos de l'expérimentation et des pistes qui s'ouvraient. À cette occasion, nous avons transmis notre mémoire à M^{me} $\mathcal{R}$. M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ en disposeront, eux, entre les réunions R3-II et R4-II[13] et quelques échanges lors de ces réunions y sont liés : M^{me} $\mathcal{R}$ comprend alors mieux en quoi consistent les *problèmes pour chercher* (R3-II) et nous demande des photocopies des activités dans ERMEL. M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ retiennent de la lecture du mémoire qu'ils interviennent parfois trop auprès des élèves. Précisons que, suite à la proposition que nous avons faite à tous, ces trois enseignants sont les seuls à avoir souhaité consulter notre mémoire.

À la suite de la réunion R3-II, afin d'améliorer leur compréhension par les enseignants, des « Commentaires » et notamment des « Éléments de débats possibles » sont ajoutés à la présentation des problèmes, ainsi que des images animées pour *Golf* et *Piscine*. Une grille censée faciliter la rédaction des comptes-rendus est par ailleurs mise au point lors de la réunion R5-II (10 juin, 3/6 enseignants présents). Il reprend certains éléments figurant déjà dans le compte-rendu de la réunion R1-I disponible sur le site mais, jusque là, le compte-rendu était censé surtout aborder les

[10] M. $\mathcal{M}$ diffuse ses comptes-rendus les 3 et 16 juin. Cf. la section 5.2.3 page 177 pour d'autres informations concernant les comptes-rendus et leur diffusion.

[11] Le 14 janvier. Cf. page 376 pour le compte-rendu de R3-II.

[12] Le 10 décembre.

[13] Les 14 janvier et 17 mars.

trois items : durée, scénario et énoncé utilisés, effets sur les élèves. Cet outil sera ajouté au site Web au début de l'année suivante (17 nov III). Les réunions R3-II et R4-II permettent d'aborder de manière plus approfondie la pratique des problèmes[14]. Quelques précisions concernant les problèmes *Cordes*, *Plus grand produit*, *Golf* et *Somme et différence* seront encore ajoutées entre R4-II et R5-II[15].

L'organisation des observations contrôle toujours plus ou moins les mises en oeuvre des enseignants qui, presque tous, mettent en oeuvre 3 problèmes cette année-là. Il faut souligner que M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{M}$ ont déjà traité un problème avant la première réunion (R2-II)[16].

Nous recueillons cette année-là 7 comptes-rendus, tous diffusés mais dans des conditions variées, pour 17 problèmes mis en oeuvre par 5 enseignants parmi les 6 impliqués[17]. Par ailleurs, 18 séances ont été observées.

5.1.3 Année III : 2004-2005

La période concernée est plus large que les deux années précédentes puisqu'elle s'étend de novembre à juillet. Les 6 enseignants impliqués cette année-là sont : M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{R}$ ainsi que 2 nouveaux enseignants recrutés comme les précédents : M^{me} $\mathcal{G}$, qui remplace M. $\mathcal{F}$ à la direction de l'école et dans la classe de CM2, et M. $\mathcal{O}$. M^{me} $\mathcal{B}$ ne peut finalement pas participer pour des raisons de santé. Le taux de réponses positives de cette deuxième « campagne de recrutement » chute puisque nous n'avons que 2 réponses pour 36 écoles contactées, dont plusieurs déjà contactées l'année I. Sur les deux enseignants recrutés, seule M^{me} $\mathcal{G}$ ne pratique pas d'activité RPP.

Le site Web est essentiellement complété par l'outil de rédaction des comptes-rendus (grille de questions) élaboré lors de la réunion de la fin de l'année précédente (R5-II) et par quatre nouveaux problèmes : *Tours*, *Somme des chiffres*, *Rectangles* et *Triangles colorés*. Ces derniers ont été ajoutés à la demande des enseignants qui retrouvaient plusieurs de leurs anciens élèves ou bien qui souhaitaient voir leur choix élargi. Ils sont adaptés dès le CE1, à la demande de M^{me} $\mathcal{S}$ qui a une classe de CE1/CE2 et qui s'en est inquiétée à la réunion R5-II.

L'organisation des observations contrôle encore les mises en oeuvre des enseignants, 3 ou 4 problèmes chacun selon les enseignants. Hors de ce cadre et à l'inverse de l'année II, nous n'avons pas connaissance d'autres mises en oeuvre.

Avec l'idée de « dynamiser » l'activité de la CoP à l'aide d'une modalité nouvelle, nous proposons, en mars-mai, de mener des entretiens téléphoniques à l'issue de certaines observations. Seuls M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{O}$ acceptent[18], les autres enseignants préférant s'en tenir à la modalité de compte-rendu habituelle. M. $\mathcal{H}$ envoie son compte-rendu dans la foulée de l'entretien, M^{me} $\mathcal{S}$ en déduit implicitement qu'elle n'a pas de compte-rendu à faire[19], M. $\mathcal{O}$ n'envoie toujours pas de compte-rendu. En écartant les réponses afférentes à nos messages et les transmissions de comptes-rendus, les seuls courriers diffusés par les enseignants concernent un problème de virus informatique[20].

L'expérimentation s'arrête en fin d'année scolaire conformément au contrat initial de notre col-

[14] M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{R}$ participent à chaque réunion R3-II et R4-II.
[15] Le 10 juin.
[16] M. $\mathcal{M}$ ne nous a pas communiqué le problème qu'il a mis en oeuvre.
[17] Puisque, cette année encore, la participation de M^{me} $\mathcal{B}$ a été réduite.
[18] Respectivement le 2, le 4 et le 18 mars.
[19] Cf. réunion R8-III.
[20] Messages de M. $\mathcal{O}$ et M. $\mathcal{H}$.

laboration avec les enseignants. Nous avons recueilli 5 comptes-rendus, 21 problèmes ont été mis en oeuvre par 6 enseignants, 22 séances ont été observées.

5.1.4 Année IV : 2005-2006

À la fin de cette année scolaire, nous avons repris contact avec les enseignants afin de rechercher d'éventuelles traces de notre expérimentation. Pour cela, nous avons procédé à un entretien semi-structuré des enseignants impliqués l'année précédente[21], exceptions faites de M. $\mathcal{F}$ qui était parti à la retraite et de M. $\mathcal{H}$ qui n'avait plus de classe pour cause de changement de poste[22].

Les enseignants n'ont pas poursuivi d'activité de collaboration entre eux. Ceci peut s'expliquer par les deux faits suivants : un manque de coordination et le départ de M. $\mathcal{H}$, relativement « moteur » pendant l'expérimentation. Seul M^me^ $\mathcal{S}$ avait assisté à l'ensemble des réunions l'année précédente, M^me^ $\mathcal{R}$ à une seule, et les deux novices, M^me^ $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$, n'avaient probablement pas suffisamment d'assurance pour continuer ainsi. Cependant, les enseignants en poste proposent des situations de recherche à leurs élèves l'année IV avec une variété que nous décrirons plus loin[23].

5.1.5 Conclusion sur le déroulement général

Comme on vient de le voir, le dispositif a évolué au cours de l'expérimentation : composition du site Web, modalités des comptes-rendus, organisation et ordre du jour des réunions, etc. La liste de diffusion sert majoritairement à échanger des éléments d'organisation et des comptes-rendus, ce qui est un fonctionnement que l'on retrouve aussi dans de nombreux dispositifs plus ou moins similaires. Elle joue donc un rôle réduit, mais non négligeable, dans l'activité de la CoP. Cependant, l'évolution générale s'est faite dans le sens d'un enrichissement pour cerner de plus en plus près les pratiques des enseignants et les options qui s'offrent à eux. Avec le fait que la CoP n'a pas perduré à l'issue de l'expérimentation, ceci tend donc à témoigner d'un résultat positif sur la pertinence de nos choix en matière de design permettant l'émergence et l'activité d'une CoP, mais des analyses plus détaillées doivent encore le confirmer. Par exemple, ce n'est qu'au terme de l'année III qu'un outil méthodologique apparaît pour proposer des techniques susceptibles d'aider les enseignants à travailler. Avec l'analyse des réunions, il faudra mettre en évidence les processus dynamiques qui ont abouti à cette réification.

Par ailleurs, on voit que la CoP a réuni un nombre réduit d'enseignants, entre 5 et 8 selon les années et les moments de l'année. Ceci est d'abord dû au fait que, au début de notre expérimentation, nous n'avons contacté que deux circonscriptions et que nous pensions que le nombre d'enseignants initial serait suffisant. Nous n'avions alors pas pris connaissance des exemples de (Wenger et al. 2002) où le nombre de membres d'une CoP est plutôt de l'ordre de la quinzaine. De plus, dans la perspective de Wenger, nous voulions assurer un équilibre au sein de la CoP qui est caractéristique du stade de fusion avant de penser à un recrutement de nouveaux enseignants qui, lui, est caractéristique du stade de maturation, c'est à dire du stade suivant. Le nombre des enseignants réduit à 5 et le manque d'interaction générale au sein de la CoP l'année II nous y a tout de même poussé. Ainsi, un deuxième résultat est que le nombre d'enseignants au stade d'incubation était insuffisant.

[21] Le questionnaire ayant servi pour ces entretiens, menés par courriel ou par téléphone, se trouve page 436.

[22] Les entretiens concernent M^me^ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$, M^me^ $\mathcal{R}$, M^me^ $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{O}$. Quant à M. $\mathcal{H}$, il a intégré une équipe départementale « TICE », laquelle s'occupe en particulier d'un défi mathématique où il a lui-même pu proposer des problèmes.

[23] Cf. pages 264 et suivantes.

L'expérimentation a permis des mises en oeuvre dans les classes, ce qui n'était pas acquis a priori étant donné la faible diffusion de ces pratiques généralement observée et le fait que seul l'un des enseignants y avait déjà accès de façon large. Elle a donc permis de dépasser certaines résistances, c'est un autre résultat. Cependant, il est à prendre avec précaution car notre présence lors d'un certain nombre de séances a pu contraindre les enseignants, probablement de manière forte. Dans le même temps, nous avons aussi vu que ce n'est pas le seul élément explicatif puisque, par exemple, deux enseignants ont mis en oeuvre un problème l'année II avant la première réunion de l'année et nous n'en avons été informé qu'après. On observe donc déjà des effets positifs sur les pratiques au sein de l'expérimentation, et aussi au-delà, sur lesquels il faudra revenir.

Cette synthèse du déroulement général de l'expérimentation révèle donc certains résultats, mais une analyse plus fine de l'activité de la CoP reste justifiée.

5.2 Analyse de l'activité de la CoP

Dans cette section, nous analysons l'activité de la CoP de trois points de vue : les problèmes mis en oeuvre par les enseignants et le nombre de séances consacrés à ceux-ci, la consultation du site Web et enfin les comptes-rendus recueillis durant l'expérimentation. Cette étude nous permet de faire des hypothèses, d'une part, sur les réifications que constituent les problèmes, le site Web et les comptes-rendus, d'autre part, sur plusieurs éléments liés aux trajectoires suivies par les enseignants au sein de la CoP. Il s'agit aussi de montrer comment le cadre de Wenger peut-être mis en oeuvre pour analyser le fonctionnement d'une communauté d'enseignants et de contribuer à l'identification des dynamiques de cette CoP. Nous évoquerons l'influence possible des réunions sur les choix des problèmes mis en oeuvre, mais l'analyse détaillée des réunions sera, elle, présentée dans la section suivante[24].

5.2.1 Les problèmes mis en oeuvre

Quels sont les problèmes mis en oeuvre pendant l'expérimentation ? Quelles hypothèses peut-on faire sur les choix effectués et sur les réifications constituées par ces problèmes au sein de la CoP ? Nous allons maintenant apporter une première réponse à ces questions et en préciser les limites. Pour cela, nous analysons successivement : les problèmes choisis par les enseignants, l'influence des réunions, le nombre de séances consacrées à chaque problème, certaines différences entre pionniers et novices.

Certains tableaux de données sont reportés en annexe parmi lesquels les tableaux récapitulatifs des séances, observées ou non, pour chaque enseignant avec l'indication des comptes-rendus rédigés à partir de la page 298, les tableaux chronologiques des séances, observées ou non, pour chaque année à partir de la page 302 et enfin, les tableaux des séances observées pour chaque problème à partir de la page 305.

Les problèmes choisis

Commençons par analyser le choix des problèmes par les enseignants à partir du tableau 5.1 page ci-contre. Il en ressort que le problème *Cordes* est bien apprécié chaque année (entre 17 et

[24] Cf. à partir de la page 188.

Noms	I	II	*I+II*	III	*Totaux*
Plus grand produit	1 (7.1)	4 (23.5)	*5 (16.1)*	2 (9.5)	*7 (13.5)*
Cordes	4 (28.6)	3 (17.6)	*7 (22.6)*	4 (19.0)	*11 (21.2)*
Piscine	4 (28.6)	2 (11.8)	*6 (19.4)*	2 (9.5)	*8 (15.4)*
Somme et différence	3 (21.4)	4 (23.5)	*7 (22.6)*	2 (9.5)	*9 (17.3)*
Golf	2 (14.3)	3 (17.6)	*5 (16.1)*	1 (4.8)	*6 (11.5)*
n.c.	-	1 (5.9)	*1 (3.2)*	-	*1 (1.9)*
Totaux	*14*	*17*	*31*	-	-
			Problèmes ajoutés l'année III		
Tours	-	-	-	5 (23.8)	*5 (9.6)*
Triangles colorés	-	-	-	1 (4.8)	*1 (1.9)*
Somme des chiffres	-	-	-	2 (9.5)	*2 (3.8)*
Rectangles	-	-	-	2 (9.5)	*2 (3.8)*
Totaux	-	-	-	*21*	*52*

TAB. 5.1: Problèmes mis en oeuvre chaque année. Les nombres entre parenthèses représentent les occurrences d'un problème en pourcentage du nombre total de problèmes mis en oeuvre pour la ou les années concernées (arrondis au 1/10e).

28% des problèmes mis en oeuvre, 21% sur le total des 3 années). Les problèmes *Plus grand produit* et *Golf* sont les moins choisis sur l'ensemble des années I et II. L'année III, les nouveaux problèmes représentent 47,6% des problèmes choisis cette année-là à eux quatre, au détriment des problèmes les plus anciens, *Cordes* excepté, c'est à dire au détriment de *Plus grand produit*, *Golf Piscine* et *Somme et différence*. Dans les nouveaux problèmes, c'est le problème *Tours* qui est le plus choisi l'année III (presque 1/4 des choix[25]). On remarque que, malgré sa similitude avec ce dernier, *Triangles colorés* est le problème le moins choisi.

Nous allons maintenant étudier et interpréter en termes de réifications les choix des problèmes dont les taux d'adoption paraissent se distinguer les plus nettement, c'est à dire ceux de *Cordes*, *Golf*, *Plus grand produit*, *Tours* et *Piscine*[26] et pour lesquels nous pouvons faire des liens avec des évocations explicites que nous avons relevées pendant les réunions. Quant à *Somme et différence*, il est autant choisi que *Cordes* les années I et II, mais il n'a pas fait l'objet d'échanges pendant les réunions, on peut donc conclure que ce problème et sa présentation sur le site Web constituent une réification favorable à son adoption.

Cordes est régulièrement choisi, or il n'a été que peu évoqué lors des réunions[27]. On peut l'expliquer par plusieurs facteurs. Tout d'abord, sa présentation est relativement simple, autant par écrit que par oral, et le site Web présente plusieurs solutions accessibles aux élèves. De plus, en regardant plus en détail les évocations qui en sont faites lors des réunions, on note que la version du site Web

[25] Concernant *Rectangles*, M^{me} $\mathcal{S}$ nous avait dit qu'elle ne l'avait pas bien compris lors d'un échange informel avant la séance du 10 déc. et la réunion R7-III, ce qui peut contribuer à expliquer en partie le faible taux d'adoption de ce problème.

[26] Par ordre décroissant du nombre de mises en oeuvre.

[27] *Cordes* est évoqué une fois seulement à chacune des réunions R4-II, R5-II, R8-III, R9-III.

Ens.	Avant année III	Année III			
	PGP	PGP avant R9	*Tours* avant R9	PGP après R9	*Tours* après R9
M^{me} $\mathcal{S}$	1		1	0/1	0/1
M. $\mathcal{H}$	2		1	0/2	0/2
M. $\mathcal{D}$	1		1	0/1	0/1
M^{me} $\mathcal{R}$	1			1/2	0/2
M^{me} $\mathcal{G}$	-		1	0/1	0/1
M. $\mathcal{O}$	-	1		0/2	1/2

TAB. 5.2: Occurrences des mises en oeuvre des problèmes *Plus grand produit* (PGP) et *Tours* en lien avec la réunion R9-III. Le dénominateur des fractions indique le nombre de problèmes mis en oeuvre par l'enseignant entre la réunion R9-III et la fin de l'année.

est jugée plus ouverte que celle d'ERMEL (M. $\mathcal{H}$, R4-II), qu'il est envisageable dès le CE2 (JPG, R5-II), que M. $\mathcal{D}$ l'a expliqué à M^{me} $\mathcal{G}$ (R8-II) – elle l'a d'ailleurs mis en oeuvre par la suite –, que M^{me} $\mathcal{S}$ a souligné que les élèves avaient, de manière surprenante, trouvé la solution (R9-III). En revanche, le rôle des comptes-rendus semble, lui, mineur. Il y en a 3, ceux de M. $\mathcal{M}$ (diffusé sur la liste l'année I) et de M^{me} $\mathcal{S}$ l'année I (uniquement disponible dans notre mémoire de DEA) et l'année III (diffusé le 12 mai, plutôt encourageant et très détaillé à l'aide de l'outil de rédaction, ce qui a pu inciter éventuellement M. $\mathcal{H}$ à le mettre en oeuvre le lendemain, même s'il faut aussi noter qu'il l'a déjà adopté l'année précédente). Finalement, la réification de ce problème présente plutôt des caractéristiques susceptibles de favoriser son adoption par les enseignants de la CoP.

Golf a un statut différent qui a évolué différemment de celui de *Cordes*. Comme ce dernier, le problème semble relativement simple à présenter à l'écrit ou à l'oral et sa résolution est a priori à la portée des élèves. De ses deux expériences (années I et II), M^{me} $\mathcal{R}$ avait conclu (R4-II) qu'elle pouvait donner un problème abstrait à ses élèves mais son compte-rendu était peu encourageant. Elle y mentionnait des difficultés rencontrées « *non prévues par ERMEL* ». M^{me} $\mathcal{S}$ le mettra en oeuvre entre R4-II et R5-II. Cependant, nous notons qu'elle dira ensuite (R5-II) qu'elle ne l'avait pas bien compris au départ, qu'il lui semble maintenant plus compréhensible et qu'elle a bien noté les difficultés rencontrées par M^{me} $\mathcal{R}$. De son côté, M^{me} $\mathcal{R}$ a néanmoins mis en oeuvre ce problème chaque année. Il a probablement constitué pour elle une sorte de terrain d'expérimentation comme nous le verrons plus loin[28]. La réification constituée par ce problème semble donc moins attractive que celle de *Cordes*, ce qui expliquerait un taux d'adoption globalement inférieur à celui de *Cordes*.

Les réunions ne conduisent évidemment pas toujours à favoriser l'adoption des problèmes qui y sont commentés. Les exemples les plus évidents sont ceux des problèmes *Plus grand produit* et *Tours*, supports des échanges de la réunion R9-III qui visait à rassembler des éléments de gestion de ce type de séances. Ces deux problèmes avaient été choisis comme supports car les enseignants avaient adopté l'un des deux au moins une fois.

Dans le tableau 5.2, on constate que *Plus grand produit* aurait pu être choisi par quatre enseignants à l'issue de la réunion R9-III : M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{G}$, puisqu'ils ne l'avait pas encore fait. Cela n'a pas été le cas. À l'inverse de M. $\mathcal{D}$ qui n'avait pas assisté à la réunion lui aussi , M^{me} $\mathcal{R}$

[28]Cf. section 5.2.3 page 184.

a choisi de le mettre en oeuvre une nouvelle fois[29]. *Plus grand produit* a fait l'objet de plusieurs échanges lors des réunions, jusqu'à R9-III. Les principaux arguments développés à son sujet sont les suivants : seules des preuves partielles sont accessibles aux élèves (JPG, R7-III), la preuve est difficile à comprendre sur le site Web (M. $\mathcal{D}$, R5-II), il est difficile de trouver une formulation à destination des élèves (Mme $\mathcal{G}$ et Mme $\mathcal{S}$, R9-III) à moins d'utiliser un exemple qui risque de dévoiler partiellement une démarche (M. $\mathcal{O}$, R7-III), une calculette peut être proposée aux élèves (M. $\mathcal{O}$ et Mme $\mathcal{S}$, R7-III). Nous faisons l'hypothèse que la réification constituée par ce problème n'est donc vraisemblablement pas de nature à faciliter son adoption.

Le cas de *Tours* est différent de celui de *Plus grand produit* puisque seuls M. $\mathcal{O}$ et Mme $\mathcal{R}$ étaient en position de choisir ce problème avant la fin de l'année. C'est ce qu'a fait M. $\mathcal{O}$. Quant à elle, Mme $\mathcal{R}$ a préféré le problème *Rectangles*, dont la présentation avait été récemment modifiée sur le site Web. Ici, le site a pu influencer sa décision puisqu'elle a seulement consulté les problèmes *Tours* (justement évoqué à R9-III) et *Rectangles*. Par ailleurs, *Tours* a été l'occasion de plusieurs échanges lors de R7-III et R9-III et d'une brève intervention de Mme $\mathcal{S}$ lors de R8-III. Lors de ces réunions, auxquelles Mme $\mathcal{R}$ n'a pas assisté, les arguments développés sont plus ou moins encourageants : les élèves peuvent certes rapidement trouver une démarche équivalente à la construction d'un arbre de choix (M. $\mathcal{D}$, R7-III) mais cela ne semble pas convaincre les autres enseignants – Mme $\mathcal{S}$ s'en étonne mais elle le proposera à ses élèves à la suite de la réunion, M. $\mathcal{H}$ précise qu'il a dû insister pour obtenir une preuve –, il n'est pas toujours facile de s'appuyer sur les formulations des élèves (M. $\mathcal{H}$, R7-III), les élèves ne voient pas forcément le lien avec *Triangles colorés* (Mme $\mathcal{S}$, R8-III) alors que la méthode de recherche est similaire (JPG, R7-III). Finalement et étant donné qu'il avait déjà été choisi 3 fois avant la réunion R7-III (par M. $\mathcal{D}$, Mme $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{H}$), il est difficile de tirer des conclusions quant à l'influence des réunions sur l'adoption de *Tours* par Mme $\mathcal{S}$ après R7-III, par M. $\mathcal{O}$ qui a assisté à R7-III mais pas à R8-III. Selon nous, la dévolution de ce problème paraît relativement simple à mener et sa résolution est assez facile pour des élèves de cycle 3 puisque nous avons déjà vu des élèves de CP le résoudre. La réification que peut constituer ce problème et les éléments qui ont pu influencer tel ou tel enseignant restent finalement difficiles à identifier.

Finissons notre étude de l'adoption des problèmes par celui de *Piscine*. Ce problème a été évoqué essentiellement aux réunions R5-II et R8-III, notamment lors d'échanges significatifs entre M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{H}$. Suite à la déclaration de M. $\mathcal{D}$ (R5-II) qui disait que *Piscine* et *Golf* ne le « *tentaient* » pas, M. $\mathcal{H}$ le lui a conseillé en lui promettant d'envoyer son compte-rendu le lendemain, ce qu'il avait fait. M. $\mathcal{D}$ ne l'a mis en oeuvre qu'un an plus tard et il souligne le rôle d'information qu'a constitué ce compte-rendu à la réunion R8-III. À cette occasion, il dit aussi que la présentation du site Web ne l'avait pas inspiré et qu'il n'a pas consulté le site Web depuis la première année. Il précise qu'il a modifié le nombre de classes du premier cas pour faciliter les explications aux élèves et que les élèves ont trouvé plusieurs solutions alors qu'il n'en avait trouvé qu'une. Quant à Mme $\mathcal{S}$, elle dit à la réunion R4-II qu'elle le considérait comme « *classique* » et qu'elle l'a mieux compris par la suite. L'animation que nous avons ajoutée sur le site Web en début d'année II, avant R3-II, n'a apparemment pas produit d'effet d'adoption car ce taux chute avec le temps (28,6% l'année I, 11,8% l'année II, 9,5% l'année III). Il est fort possible que l'animation que nous avons proposée n'améliore pas suffisamment l'ergonomie de la ressource. En particulier, cette animation n'est pas accompagnée de commentaires, ce qui peut limiter la compréhension de la simulation des essais qui est présentée. Finalement, ce problème semble donc constituer une réification peu propice à son

[29] Elle l'avait déjà mis en oeuvre en fin d'année II.

Ens.	I	II	III	*Totaux*
M^{me} $\mathcal{S}$	1/2	4/4	3/3	*8/9*
M. $\mathcal{H}$	1/2	1/3	0/4	*2/9*
M. $\mathcal{D}$	0/2	1/3	0/3	*1/8*
M^{me} $\mathcal{R}$	0/2	1/3	1/4	*2/9*
M. $\mathcal{F}$	0/2	0/3	-	*0/5*
M. $\mathcal{M}$	0/2	n.c./1	-	*0/3*
M^{me} $\mathcal{B}$	0/1	-	-	*0/1*
M. $\mathcal{B}$	0/1	-	-	*0/1*
M^{me} $\mathcal{G}$	-	-	0/3	*0/3*
M. $\mathcal{O}$	-	-	0/4	*0/4*
Totaux	*2/14*	*7/16*	*4/21*	*13/52*

TAB. 5.3: Nombre de problèmes mis en oeuvre sur plus d'une séance, par enseignant et par année. En dénominateur, le nombre de problèmes mis en oeuvre.

adoption, même si des échanges au sein de la CoP ont pu avoir des effets positifs.

En conclusion de cette étude des choix des enseignants, il faut souligner que, si la méthodologie adoptée permet de faire des hypothèses sur les dynamiques à l'oeuvre dans la construction des réifications autour des problèmes, en revanche, elle ne permet pas de s'assurer de leur validité.

Au-delà d'une unique séance par problème

Après avoir étudié l'influence possible des échanges lors des réunions sur les taux d'adoption de quelques problèmes, nous allons poursuivre l'étude des problèmes mis en oeuvre en étudiant le nombre de séances par problème. En effet, tous les problèmes n'ont pas été mis en oeuvre avec un nombre égal de séances et le tableau 5.3 nous montre que M^{me} $\mathcal{S}$ se distingue très nettement des autres enseignants à cet égard. En effet, elle mène la quasi totalité des problèmes sur plus d'une séance, 2 ou 3 selon les cas[30].

La première année, il y a eu très peu de problèmes menés sur plus d'une séance. Nos échanges avec les enseignants avaient montré que, malgré notre insistance répétée sur leur libre choix, les enseignants tentaient de mener leur problème sur une seule séance pour nous « montrer » une résolution menée à son terme. Ayant insisté à nouveau sur ce point en début d'année II[31], on observe que, si davantage d'enseignants dépassent la séance unique, cela reste relativement marginal sur l'ensemble des années II et III par rapport au cas de M^{me} $\mathcal{S}$.

Choix des pionniers vs. choix des novices

Poursuivons notre étude des problèmes mis en oeuvre en regardant si, de ce point de vue et selon la théorie des CoP, les pionniers accompagnent les novices dans leur pratique. On peut supposer que les pionniers seraient plutôt tentés de mettre en oeuvre les problèmes nouveaux l'année III (*Tours*,

[30]Pour les détails des problèmes, cf. tableau 6.7 page 242.

[31]La consultation de notre mémoire de DEA a aussi pu y contribuer pour M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{R}$.

	Pb anciens	Pb nouveaux	*Totaux*
Pionniers	8 (57.1)	6 (42.9)	*14 (100)*
Novices	4 (57.1)	3 (42.9)	*7 (100)*

TAB. 5.4: Répartition du choix de problèmes anciens et nouveaux par les enseignants pionniers et novices (année III). Entre parenthèses, le pourcentage d'adoption pour chaque catégorie de membres.

Triangles colorés, *Somme des chiffres*, *Rectangles*) car ils ont déjà mis en oeuvre et « évalués » les problèmes les plus anciens et qu'ils ont demandé de nouveaux problèmes (R5-II). Quant aux novices, ils seraient plutôt tentés de mettre en oeuvre des problèmes déjà utilisés par les pionniers (*Plus grand produit*, *Cordes*, *Piscine*, *Somme et différence*, *Golf*), notamment parce qu'ils peuvent en parler lors des réunions ou parce qu'ils ont fait l'objet d'un compte-rendu. Cette dernière partie de notre hypothèse est peu réaliste. En effet, les comptes-rendus rédigés les deux premières années ne sont pas directement accessibles aux novices et ils n'ont pas souhaité y accéder[32]. Nous allons donc regarder la validité de la première partie de notre hypothèse à l'aide du tableau 5.4. Ce dernier récapitule le nombre de problèmes, nouveaux ou non, qui ont été choisis par les pionniers et les novices de la CoP pour l'année III à ce stade de développement de la CoP.

On constate que les 2 enseignants novices choisissent proportionnellement autant les anciens problèmes que les nouveaux si on les compare aux 4 enseignants pionniers. Par conséquent et de ce point de vue, il n'y a donc pas d'effet pionniers/novices.

Conclusion

Le choix des problèmes revenait aux enseignants. Sur la durée, le statut « abstrait »[33] de certains problèmes ne semble pas intervenir sur ce choix. Ceci est important à souligner quand on sait l'attachement des enseignants aux problèmes « concrets ». Nous faisons l'hypothèse que l'accompagnement de la CoP et les expériences des uns et des autres permettent à chaque de tester une grande variété de problèmes. C'est donc un premier résultat.

L'étude des problèmes mis en oeuvre tend à montrer que certains d'entre eux, tels *Cordes* et *Somme et différence*, constituent probablement des réifications favorisant leur adoption. À l'inverse, d'autres, tels *Golf*, *Plus grand produit* et *Piscine*, semblent constituer des réifications moins favorables, voire rédhibitoires, à leur adoption. Enfin, le statut d'autres problèmes tel que *Tours*, reste difficile à déterminer. Pour aboutir à ces conclusions, nous avons fait des liens entre le taux d'adoption des problèmes, l'analyse a priori des problèmes, leur présentation sur le site Web et les propos tenus à leur égard lors réunions, réunions qui restent à analyser plus en détails. Il semble donc que nous ayons pu identifier des dynamiques expliquant le taux d'adoption de tel ou tel problème mais il s'avère qu'il est tout de même relativement difficile de tirer des conclusions concernant les réifications constituées par les différents problèmes. Ceci est dû, d'une part, au fait que les éléments d'analyse sont parfois peu nombreux ou peu concordants, et, d'autre part, qu'il a fallu ici faire plusieurs hypothèses sur la façon dont les enseignants pouvaient percevoir les problèmes et leur

[32]Notamment M^{me} $\mathcal{G}$ à qui nous l'avons explicitement proposé à la réunion R8-III.
[33]C'est à dire interne aux mathématiques.

présentation sur le site Web. Il faudrait donc les valider par d'autres analyses.

Concernant le nombre de séances menées pour un problème donné, notre insistance sur la liberté de choix des enseignants n'a produit des effets que l'année II. Cependant, la majorité des mises en oeuvre se font sur une séance unique, M^{me} $\mathcal{S}$ se distinguant nettement de cette tendance avec un seul problème mené de cette façon.

Concernant l'influence des pionniers sur les novices de la CoP, nous pensions au début de notre expérimentation qu'elle apparaîtrait plus nettement en ce qui concerne le choix des problèmes. Les analyses montrent qu'elle peut s'exercer lors des réunions, mais, alors qu'on aurait pu s'y attendre, elle ne s'exerce pas par le biais des comptes-rendus ou des problèmes les plus anciens. Ceci est peut-être dû aux faibles effectifs considérés et à la densité des échanges ou au fait que ce sont probablement des processus plus fins et complexes que notre méthodologie ne nous permet pas d'identifier.

Enfin, il faut souligner que ces différents résultats restent à prendre avec précaution du fait de leur sensibilité aux effectifs considérés. Par exemple, on voit pour les taux d'adoption des problèmes qu'une mise en oeuvre l'année II compte pour environ 6 points de pourcentage (3 pour l'ensemble des années I et II), or les écarts en termes d'effectifs sont souvent de 1 à 3, que ce soit entre les années ou entre les problèmes d'une année à l'autre, ce qui est peu significatif en termes de variation.

Nous avons déjà évoqué l'influence qu'a pu avoir le contenu du site Web sur les choix des enseignants. Une partie de l'analyse du journal de connexion va permettre d'approfondir l'étude de cette influence et aussi de trouver de nouveaux résultats.

5.2.2 Le site Web

Ayant travaillé à optimiser a priori l'ergonomie du site Web, tant sur la forme et que sur le contenu, il est logique de s'intéresser à la façon dont il a été consulté. La pratique des activités RPP étant ponctuelle parmi l'ensemble des activités des enseignants, les consultations le sont aussi. Après une étude préliminaire des données qui nous suggère d'être prudent étant donné les effectifs pris en compte, nous avons décidé de limiter cette étude aux éléments suivants :

- les profils de consultation ;
- la consultation des pages concernant chaque problème ;
- la consultation de la section *Information sur le projet* et notamment des rubriques *Bibliographie* et *Propositions pratiques*[34]

Profils de consultation

La disponibilité des ressources sur un site Web permet à chacun de le consulter à volonté – pour autant qu'il n'y ait pas de problème technique ! – et dans sa version la plus récente, ce que ne permet toujours un support papier. Il est intéressant de regarder à quel moment ce site Web est consulté. Concernant les horaires, la plage de consultation est relativement étendue car elle s'étend de 6h22 à 0h52[35]. Les plage horaires qui précèdent ou suivent les horaires de classe et la pause méridienne sont toutes sollicitées. En analysant les données plus en détail, le constat le plus intéressant concerne la durée séparant la dernière consultation des pages d'un problème de sa mise en oeuvre. À l'aide du tableau 5.5 page ci-contre, on observe en effet que des enseignants consultent une ou

[34] Cette rubrique mise au point en fin d'expérimentation est directement inspirée des échanges de la réunion R9-III.

[35] Respectivement M. $\mathcal{H}$ le 13 mai III et M. $\mathcal{O}$ le 3 déc III.

Ens.	I	II	III	*Totaux*
M^{me} $\mathcal{S}$	1/2	0/4 (non consulté)	2/3	*3/9 (33.3)*
M. $\mathcal{H}$	2/2	2/3	4/4	*8/9 (88.9)*
M. $\mathcal{D}$	0/2	1/3	0/3	*1/8 (12.5)*
M^{me} $\mathcal{R}$	0/2	0/3 (non consulté)	1/4	*1/9 (11.1)*
M. $\mathcal{F}$	0/2	0/3 (non consulté)	-	*0/5 (0)*
M. $\mathcal{M}$	0/2	n.c./1 (non consulté)	-	*0/3 (0)*
M^{me} $\mathcal{B}$	0/1 (non consulté)	-	-	*0/1 (0)*
M. $\mathcal{B}$	0/1 (non consulté)	-	-	*0/1 (0)*
M^{me} $\mathcal{G}$	-	-	1/3	*1/3 (33.3)*
M. $\mathcal{O}$	-	-	3/4	*3/4 (75.0)*
Totaux	*3/14 (21.4)*	*3/16 (18.8)*	*11/21 (52.4)*	*17/52 (32.7)*

TAB. 5.5: Nombre de problèmes mis en oeuvre et dont une page du site Web a été consultée durant les 24h précédant la séance (numérateur) par rapport au nombre de problèmes mis en oeuvre (dénominateur). Entre parenthèses, les pourcentages correspondant aux fractions.

plusieurs des pages d'un problème la veille ou le jour même de sa mise en oeuvre. Ce tableau met aussi en évidence que certains enseignants n'ont pas consulté le site Web certaines années. C'est le cas de M^{me} $\mathcal{S}$, M^{me} $\mathcal{R}$ et M. $\mathcal{F}$ pour l'année II, alors qu'ils mettaient des problèmes en oeuvre et que le site Web avait été modifié cette année-là[36]. Une mise à jour du site Web n'occasionne donc pas de facto une consultation par les enseignants, même si ces derniers sont relativement impliqués, comme c'est le cas de M^{me} $\mathcal{S}$. Ceci semble principalement s'expliquer par le caractère exceptionnel de l'expérimentation noté plus haut. En poursuivant l'examen du tableau, on voit que M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{O}$ consultent fréquemment ($\geqslant 75\%$) les pages du problème mis en oeuvre dans les 24h qui précèdent la séance. En regardant plus finement les données, nous avons observé une nuance entre les deux puisque pour deux problèmes – un pour chacune des années II et III – M. $\mathcal{H}$ a seulement consulté la page de présentation alors que, *in fine*, M. $\mathcal{O}$ consulte toujours toutes les pages d'un problème. Quant à elles, M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{G}$ consultent les pages d'un problème qu'elles mettent en oeuvre dans les 24h une fois sur trois. M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{R}$ le font environ une fois sur dix. Enfin, M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$ ne l'ont jamais fait. Si l'on s'en tient aux enseignants ayant participé relativement régulièrement à l'expérimentation[37], ce dernier résultat est à mettre en relation avec le nombre de consultations du site Web puisque les connexions de M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$ montrent qu'ils se sont connectés très peu fois de manière à consulter, et très vraisemblablement à imprimer, la quasi totalité des pages du site Web[38]. Ils ont donc essentiellement préparé leur travail à l'aide des supports imprimés. À l'inverse, le relevé des nombreuses connexions et rappels de pages identiques à des moments différents de M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{O}$ tendent à prouver qu'ils travaillent principalement à partir des ressources

[36]Ici, nous n'avons pas retenu M. $\mathcal{M}$ car le site Web n'avait pas encore été modifié quand il a dû mettre en oeuvre son problème l'année II avant de se retirer de la CoP.

[37]C'est à dire, si l'on écarte M^{me} $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{B}$ qui ont le moins participé à l'expérimentation.

[38]On peut noter ici que M. $\mathcal{D}$ (resp. M. $\mathcal{F}$) prendra sa retraite l'année IV (resp. III), ce qui pourrait expliquer en partie cette utilisation du Web par ces enseignants du primaire. Par ailleurs, M. $\mathcal{M}$ nous a dit lors de l'entretien de fin d'année I qu'il avait imprimé les pages du site Web pour ne plus avoir à y retourner. M. $\mathcal{D}$, lui, a dit qu'il avait apprécié de pouvoir sélectionner ce qu'il voulait avoir sous forme papier.

Profils	Ens.
Consultation à 24h fréquente ($\geqslant 75\%$) et souvent exhaustive des ressources d'un problème mis en oeuvre	M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{O}$
Consultation à 24h moyenne (33% env.) et souvent exhaustive des ressources pour un problème mise en oeuvre	Mme $\mathcal{S}$
Consultation à 24h moyenne ou faible (entre 10 et 33%) et sélection des sections et sous-sections consultées	Mme $\mathcal{R}$, Mme $\mathcal{G}$
Consultation à 24h faible ou nulle ($\leqslant 10\%$) et travail probable sur supports imprimés	M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{M}$

TAB. 5.6: Profils de consultation.

consultées sur écran. Le cas de Mme $\mathcal{R}$ est un peu différent car, tout en se connectant très peu, elle ne consulte pas l'ensemble du site Web. Elle n'a pas consulté *Piscine* avant sa première mise en oeuvre, elle a consulté tous les nouveaux problèmes à l'exception de *Triangles colorés* quand elle a consulté à nouveau le site Web l'année III. Enfin, elle n'a consulté aucune des pages d'information du projet durant l'expérimentation. Quand elle sélectionne un problème pour le mettre en oeuvre, elle consulte l'ensemble de ses pages. Pour Mme $\mathcal{R}$, le site Web est donc un outil qu'elle utilise en pré-sélectionnant les informations qu'elle souhaite obtenir, sans parcourir l'ensemble des pages. Mme $\mathcal{G}$ a un profil similaire puisqu'elle a parcouru chaque grande section du site Web mais seulement quelques sous-sections. En particulier, sa consultation de chaque présentation d'un problème n'est pas toujours suivie de la consultation d'une autre page ou bien alors d'une seule – le plus souvent *Exemples* ou *Preuve*. Nous notons en particulier que la sous-section *Commentaires* n'est consultée que deux fois, pour *Plus grand produit* qu'elle ne choisira pas, et pour *Cordes*, à la fin de l'année et à la veille de le mettre en oeuvre dans sa classe. On peut formuler l'hypothèse que le nom de la rubrique « Commentaires » a pu lui faire penser qu'il s'agissait d'une rubrique peu pertinente alors même qu'elle contenait des informations jugées essentielles pour les enseignants. L'ergonomie du site Web est donc perfectible, par exemple en clarifiant le rôle et le nom des sous-sections des problèmes. Mme $\mathcal{S}$ a un profil similaire à Mme $\mathcal{G}$ quant à sa consultation d'un problème les 24h précédant sa mise en oeuvre mais elle consulte quasiment l'intégralité de la ressource, que ce soit en une ou plusieurs fois.

En tenant compte des taux de connexion d'un problème 24h avant sa mise en oeuvre et des différentes parties consultés du site Web, nous obtenons cinq profils de consultation qui sont récapitulés dans le tableau 5.6.

Consultation des problèmes

Voyons maintenant quelle a été la consultation des différents problèmes sur le site Web au long de l'expérimentation. En analysant les données, on constate que les enseignants parcourent généralement l'ensemble des problèmes proposés au long de l'expérimentation, même si ce n'est pas sur la même durée. Cependant, les ressources ne sont pas consultées de la même manière selon le problème concerné.

Dans le tableau suivant, nous avons récapitulé le nombre de connexions ayant abouti à la consultation de la totalité des pages d'un problème par rapport à celles aboutissant à la consultation d'au moins une page de ce problème. Un enseignant peut avoir plusieurs raisons pour consulter l'ensemble des pages d'un problème mais nous faisons l'hypothèse que, lorsqu'il ne le fait pas, c'est généralement qu'il ne pense pas le mettre en oeuvre[39]. Pour un problème donné, la consultation fréquente de l'intégralité d'une ressource est donc pour nous l'indice d'une ressource susceptible de favoriser la pratique d'activités RPP. En d'autres termes, ceci se produit quand la ressource « accroche » l'enseignant, déclenche son intérêt, et constitue donc le potentiel d'une mise en oeuvre.

Problèmes	I	II	III	*Totaux*
Golf	6/9 (66.7)	0/1 (0)	3/6 (50.0)	*9/16 (56.3)*
Piscine	4/7 (57.1)	0/1 (0)	0/4 (0)	*4/12 (33.3)*
Plus grand produit	5/8 (62.5)	1/2 (50.0)	1/4 (25.0)	*7/14 (50.0)*
Cordes	6/7 (85.7)	1/1 (100)	4/8 (50.0)	*11/16 (68.8)*
Somme et différence	7/8 (87.5)	1/1 (100)	1/2 (50.0)	*9/11 (81.8)*
Tours	-	-	5/11 (45.5)	*5/11 (45.5)*
Somme des chiffres	-	-	5/10 (50.0)	*5/10 (50.0)*
Rectangles	-	-	7/13 (53.8)	*7/13 (53.8)*
Triangles colorés	-	-	5/9 (55.6)	*5/9 (55.6)*
Totaux	28/39 (71.8)	3/6 (50.0)	31/67 (46.3)	*62/112 (55.4)*

TAB. 5.7: Nombre de connexions aboutissant à la consultation de la totalité des pages d'un problème par rapport à celles aboutissant à la consultation d'au moins une page de ce problème. Entre parenthèses, les pourcentages correspondant aux fractions.

La consultation du tableau 5.7 montre que, pour une année et un problème donnés, la ressource est consultée intégralement environ une fois sur deux ou plus, ce qui témoigne déjà de l'intérêt global du contenu du site Web. Sur les trois années confondues, les trois problèmes les plus consultés sont, par ordre décroissant, *Cordes* et *Golf* puis *Plus grand produit*. Du point de vue de la consultation de l'intégralité des pages, les problèmes les plus consultés sont : *Somme et différence*, *Cordes* et *Golf*. Ceci contribue à montrer l'intérêt porté aux enseignants aux problèmes *Cordes* et *Golf* puisqu'ils se retrouvent dans ces deux listes. Nous avons aussi vu plus haut que *Cordes* était régulièrement mis en oeuvre (21,2% sur l'ensemble de l'expérimentation[40]) et ceci confirme donc son statut de réification plutôt consensuelle dans la CoP. Concernant *Golf*, nous avons par contre noté comment les difficultés rencontrées par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ avaient pu impacter la réification de ce problème finalement peu choisi (11,5%), malgré une analyse a priori plutôt favorable. Enfin, concernant *Plus grand produit*, lui aussi peu choisi (13,5%), on voit que les enseignants n'ont généralement pas cherché à en savoir plus, ce qui tendrait à confirmer notre hypothèse d'une réification peu propice à son adoption. Le taux de consultation de l'intégralité des pages de *Piscine* (33,3%) confirme, avec son taux d'adoption (15,4%), le faible intérêt des enseignants pour cette ressource et donc ce problème. Concernant les anciens problèmes, les moins consultés durant l'ensemble de l'expérimentation sont *Piscine* et *Somme et différence*. Pour l'expliquer, nous avons vu que *Piscine* ne constituait probablement pas une réification favorable à son adoption, au moins avant la fin de l'année II (réunion R5-II et les échanges entre M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$). *Somme et différence*, lui, n'a jamais fait l'objet d'échanges

[39] On pourrait y trouver plusieurs explications que nous n'avons pas recherchées de façon exhaustive.

[40] Cf. tableau 5.1 page 165.

Ens.	Présence R1-I	Info. Proj. (total)	Info. Projet (partiel)	Biblio
M^{me} $\mathcal{S}$	abs.	-	I, III(x2)	III
M. $\mathcal{H}$	abs.	-	I	-
M. $\mathcal{D}$	prés.	III	-	III
M^{me} $\mathcal{R}$	prés.	-	-	-
M. $\mathcal{F}$	abs.	I	-	I
M. $\mathcal{M}$	abs.	-	I	-
M^{me} $\mathcal{G}$	-	-	III(x3)	-
M. $\mathcal{O}$	-	-	III(x2)	III(x2)
Totaux	2/8 (25.0)	5/8 (62.5)	4/8 (50.0)	

TAB. 5.8: Présence à la réunion R1-I et consultation, totale ou partielle, des pages *Information sur le projet* et de la page *Bibliographie*.

au cours des réunions, exception faite de la réunion de présentation de l'expérimentation R1-I. Son nom réfère à des notions enseignées au cycle 2 mais souvent peu utilisées ou maîtrisées au cycle 3, il s'agit donc d'un élément susceptible d'expliquer en partie son adoption régulière les années I et II[41] et le manque d'échanges à son sujet durant l'expérimentation, son adoption semblant aller de soi. La ressource est souvent consultée en intégralité sur l'ensemble de l'expérimentation (81,8%), elle est bien consultée l'année I, en nombre de consultations et souvent en intégralité, puis peu l'année II, suivant ainsi la tendance générale. Quant à l'année III, elle est singulière du fait de l'ajout des nouveaux problèmes. Ceci amène à conclure que la ressource doit bien remplir son rôle et qu'elle ne nécessite pas d'être améliorée.

Consultation de la section « Information sur le projet »

Après avoir analysé les liens possibles entre la consultation des pages concernant les problèmes et leur adoption, voyons la façon dont a été consulté la section intitulée *Informations sur le projet*. Elle contient des informations liées à l'expérimentation et qui ne sont pas spécifiques d'un problème. Pour évaluer a posteriori l'ergonomie de cette partie du site, nous allons nous baser, ici encore, sur les taux de consultation reportés dans le tableau 5.8. Nous avons traité spécifiquement la page *Bibliographie* car elle donne des moyens aux enseignants d'aller au-delà du site Web , ce que nous avons signalé dès la réunion R1-I. Nous étudierons ensuite le cas spécifique de la page *Propositions pratiques*.

On constate que la section consacrée au projet est peu consultée en totalité. On peut comprendre que les enseignants, étant sans doute suffisamment renseignés par les courriers et lors des réunions, ne pensent pas qu'ils y trouveront d'autres renseignements utiles. On remarque logiquement que les enseignants qui ont consulté la rubrique *Information sur le projet* l'année I, partiellement ou en totalité, sont ceux qui étaient absents à la première réunion de l'expérimentation. On conclut ici à un défaut d'ergonomie du site car cette section contient des renseignements utiles peu accessibles car insuffisamment mis en valeur et que les enseignants ne peuvent donc les repérer facilement.

[41] 21,4% (I), 23,5% (II), 9,5% (III).

La rubrique *Bibliographie* est une des pages de la section *Information sur le projet*[42]. Elle contient essentiellement des références aux ouvrages d'ERMEL. Par ailleurs, les enseignants ne peuvent ignorer ces références car elles sont aussi indiqués sur les pages des problèmes concernés et puisque nous en avons parlé lors de diverses réunions. L'année I, elle n'est consultée que par un seul enseignant, M. $\mathcal{F}$, alors que trois autres enseignants ont consulté la section qui la contient[43]. Nous avons vu qu'il appartient au profil de ceux qui consultent le site comme s'ils souhaitaient l'imprimer. On ne peut donc pas conclure qu'il portait un intérêt particulier à cette rubrique. Appartenant au même profil, M. $\mathcal{M}$ a consulté presque l'intégralité du site. Il a seulement laissé de côté la page *Bibliographie* et la page *Preuve* de *Piscine*. Toujours l'année I et appartenant aussi au même profil, M. $\mathcal{D}$ a seulement laissé de côté la section *Information sur le projet*, ce qui peut s'expliquer par sa présence à la réunion R1-I. L'année III, il a fini par consulter l'intégralité de cette section, *Bibliographie* comprise[44]. M^{me} $\mathcal{R}$ n'a ni consulté la *Bibliographie*, ni consulté la section *Information sur le projet*. Cependant, à l'inverse de M. $\mathcal{D}$ – à notre connaissance –, elle a consulté des exemplaires de la collection ERMEL[45], elle en fait d'ailleurs mention dans un de ses comptes-rendus. Parmi les novices, la consultation des pages de la section *Information sur le projet* semble correspondre à leur logique globale de consultation du site. En effet, M^{me} $\mathcal{G}$ ne consulte que certaines pages particulières (mais pas la page *Bibliographie*) alors que M. $\mathcal{O}$ consulte la quasi totalité des pages d'information deux fois, dont la page *Bibliographie*.

Finalement, notre analyse révèle que les enseignants n'ont souvent même pas cliqué sur le lien pointant sur la bibliographie. On voit donc combien elle semble présenter peu d'intérêt pour eux à ce stade de développement de la CoP. Ceci semble donc confirmer une de nos hypothèses qui consiste à dire que les enseignants ne souhaitent pas lire de documents trop longs ou plus généralement peu accessibles. On peut donc voir ici une sorte de paradoxe à proposer une bibliographie sur le site Web puisque les enseignants souhaitent justement économiser du temps en consultant le site, ce qui n'est a priori pas le cas s'ils doivent consulter des livres qui demandent davantage d'investissement. Cependant, nous pensons que sa présence s'impose. D'une part, elle peut faire figure de référence pour l'ensemble du contenu du site Web et contribuer à le légitimer. D'autre part, elle laisse aussi la liberté aux enseignants d'enrichir leur pratique au-delà du cadre de la CoP. Du point de vue de la CoP, c'est donc un élément qui prend en compte les dimensions *Identification/négociabilité* et les *Degrés de participation* et qui donne de la valeur à la communauté d'enseignants en émergence. Du point de vue ergonomique, c'est aussi un élément qui reste pertinent car c'est une façon de prendre en compte l'expertise de l'enseignant.

On a vu plus haut que des mises à jour du site Web ne provoquent pas toujours des consultations sur des temps longs. On va le voir maintenant sur des temps courts avec l'exemple d'une autre rubrique de la section *Information sur le projet* susceptible d'intéresser les enseignants : la rubrique *Propositions pratiques*[46]. À la suite de la réunion R9-III[47], nous avons mis en ligne une synthèse

[42] Cf. page 355 pour le contenu de la section *Bibliographie*.

[43] Il s'agit de M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{M}$.

[44] Par ailleurs, la réunion R8-III tend à montrer qu'il y a sans doute trouvé peu d'intérêt puisqu'il dit qu'il n'utilise pas de manuel de mathématiques et qu'il semble peiner à se faire convaincre par M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{S}$ de l'intérêt de faire acheter des ouvrages ERMEL par l'école.

[45] Photocopies laissées par nos soins à la suite de R3-III mais aussi exemplaires des ERMEL CE2, CM1 et CM2 prêtés par des collègues de son école lors de plusieurs observations

[46] Cf. son contenu page C.2 page 357.

[47] Réunion R9-III le 3 mai.

assez riche de « Propositions pratiques », c'est à dire d'options concernant la gestion des activités RPP qui avaient été discutées. M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{R}$ étaient absents à cette réunion. Avant leur mise en oeuvre d'un problème, aucun d'eux n'a consulté ni la section du site Web concernée ni même le site Web. Le délai était de 5 jours après la mise en ligne pour M. $\mathcal{D}$ et cette absence de consultation est cohérente avec son profil de consultation. Concernant M^{me} $\mathcal{R}$, le délai était de 3 jours pour la première mise en oeuvre et d'1 mois 1/2 pour la seconde, or elle a consulté le site le soir même de sa première mise en oeuvre pour consulter le problème *Tours* qu'elle n'avait pas encore consulté. Finalement, nous constatons que, pour ces deux enseignants, leur intérêt pour cette rubrique n'a pas favorisé sa consultation. M. $\mathcal{H}$ et M. O, qui eux étaient présents à la réunion, n'ont pas davantage consulté le document, ce qui peut sembler logique[48]. À l'inverse, M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{G}$, présentes à la réunion, ont tout de même consulté cette rubrique, ainsi que quelques autres, la veille de leur séance qui avait lieu 3 jours après. Ainsi, alors que M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{R}$ disposaient de plus de temps – a priori ! – pour consulter le site Web avant leur prochaine séance, ils n'ont pas consulté un document censé les aider à enrichir leur pratique alors même que M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{G}$, présentes à la réunion, ont pu penser en tirer un profit supplémentaire. On constate donc ici une grande variété de l'intérêt porté à la rubrique *Propositions pratiques*. Pour conclure, nous n'avons pas mené d'analyse ergonomique de cette rubrique mais il est clair qu'elle aurait pu être améliorée dans sa présentation et en faisant davantage de liens avec d'autres parties du site.

Conclusion

Avant de revenir sur les consultations du site Web, il faut revenir sur une limite importante de notre méthodologie. En se basant sur le journal des connexions, nous avons fait l'hypothèse que la consultation d'une page en valait une autre. Or, par exemple, un usager peut très bien cliquer sur une page sans même en prendre connaissance. Nos conclusions sont donc à prendre avec précautions quand nous parlons des pages consultées. À l'inverse, nos conclusions concernant les pages non consultées ne souffrent pas de cette limite.

Dans les sections précédentes, nous avons, tout d'abord, établi des profils de consultation relatifs à la quantité d'information consultée pour chaque problème et à la durée séparant la dernière consultation d'un problème de sa mise en oeuvre. Ceci a fait apparaître une assez grande variété parmi les enseignants dans leur façon de consulter cette partie du site Web. Ensuite, nous avons étudié la consultation des différents problèmes, ce qui nous a conduit à constater, là aussi, une grande variété. Quand c'était possible, nous avons mis en relation cette variété avec les mises en oeuvre, avec l'influence potentielle des réunions et avec nos hypothèses quant aux réifications constituées par ces problèmes. Dans une moindre mesure, nous avons aussi évoqué l'impact possible de l'ergonomie du site. Cependant, ces mises en relation sont difficiles à mettre en évidence. Ceci peut être attribué, d'une part, aux effectifs considérés et à la présence des enseignants qui varient selon les réunions, ce qui limite la pertinence des analyses quantitatives. D'autre part, ceci peut être attribué au fait que nos hypothèses concernant l'influence de tel ou tel facteur sont souvent difficiles à objectiver. Nous avons aussi émis quelques réserves concernant l'ergonomie de la rubrique *Commentaires* de chaque problème. Enfin, nous avons étudié la consultation de la partie la plus générale du site intitulée *Informations sur le projet*, en particulier celles des rubriques *Bibliographie* et *Propositions pratiques*. En premier lieu, nous en avons conclu qu'il y avait matière à améliorer l'ergonomie de

[48] M. $\mathcal{H}$ a consulté d'autres documents 6 jours après la mise en ligne, M. O ne s'est connecté qu'un mois après.

cette partie du site. En deuxième lieu, malgré la faible consultation de la rubrique *Bibliographie*, notre cadrage théorique a permis d'en mesurer la pertinence à plus ou moins long terme. Enfin, en troisième lieu, même si l'exemple des *Propositions pratiques* était spécifique, nous avons vu que les mises à jour n'occasionnaient pas toujours une consultation de la part des enseignants, ni de la partie concernée, ni même du site Web. Nous l'avons expliqué en partie par la place exceptionnelle que peut occuper l'expérimentation dans la pratique quotidienne des enseignants mais ceci a révélé, une fois encore, une grande variété dans leur comportement sans que nous puissions toujours en déterminer les raisons.

S'il a été difficile de tirer certaines conclusions, il faut signaler qu'elles restent cohérentes avec la théorie des CoP en ce qui concerne leur développement. La CoP étudiée se situe aux stades d'incubation et de fusion, or on voit dans la présentation du développement des CoP que le travail autour de la documentation de la CoP, et donc ici du site Web, se situe plutôt aux stades suivants, c'est à dire ceux de la maturation et de la stabilisation[49].

Enfin, il faut souligner que nous avons aussi trouvé des traces de connexions durant l'année IV, c'est à dire à l'issue de l'expérimentation, ce qui tendrait à montrer la valeur du site Web, au moins pour les enseignants concernés : M. $\mathcal{H}$ et M. O[50]. La section *Information sur le projet* est encore laissée de côté, ce qui confirme encore l'intérêt d'une étude ergonomique, par inspection et empirique, plus poussée la concernant.

5.2.3 Les comptes-rendus

Comme nous l'avons vu dans notre méthodologie[51], nous avons, dès le début de l'expérimentation, proposé aux enseignants de rédiger des comptes-rendus des séances qu'ils mettaient en œuvre et de les diffuser. Nous avions fait l'hypothèse que les comptes-rendus seraient, au début au moins, centrés principalement sur les élèves et n'aborderaient que très légèrement les questions qui concernent plus particulièrement la pratique de l'enseignant (par exemple : les consignes exactes, les énoncés exacts, les phases du déroulement, la gestion de moments difficiles à négocier tels les mises en commun) alors même que les enseignants récepteurs attendaient des réponses sur ces questions. Cette hypothèse est cohérente avec le fait que la culture enseignante en France incite peu à partager les difficultés de la pratique et les moyens d'y faire face[52]. Les comptes-rendus étaient donc en quelque sorte des prétextes pour faire réagir les enseignants sur des aspects de leur pratique et sur la valeur de cette modalité de travail. Cependant, ce n'était pas le seul intérêt de cet exercice de rédaction. Il nécessite de la part de l'enseignant de revenir sur sa pratique personnelle, sur ce qui s'est passé durant la séance, sur ce que les élèves ont dit, sur ce qu'il a dit, sur les aides qu'il a données, etc. Selon nous, le compte-rendu est donc aussi un objet frontière introduit dans la CoP qui permet aux enseignants une introspection de leur pratique et, éventuellement, son évolution. On a aussi vu plus avant que les comptes-rendus produits pouvaient aussi contribuer à la réification des différents problèmes proposés dans la CoP. Enfin, rappelons qu'un outil censé faciliter la rédaction

[49] Cf. section 2.1.2 page 27.

[50] M. $\mathcal{H}$ s'est connecté les 30 et 31 janvier IV pour consulter les pages concernant *Triangles colorés* (tout), *Tours* (tout), *Cordes* (tout sauf commentaires) et *Rectangles* (tout sauf commentaires). Quant à M. O, il s'est connecté le 8 janvier IV pour consulter toutes les pages concernant *Golf*, *Piscine*, *Tours*, *Triangles colorés* et *Somme et différence* (sauf les commentaires de ce dernier).

[51] Cf. notamment section 3.1.2 page 52.

[52] À l'inverse des enseignants chinois par exemple, si l'on se réfère à (Ma 1999).

des comptes-rendus a été mis au point lors de la réunion R5-II, nous y reviendrons.

Dans un premier temps, nous présentons une analyse quantitative des comptes-rendus recueillis rendant compte de leur nombre et de leur diffusion. Dans un second temps, une analyse qualitative fera le point sur les éléments de pratique abordés dans les comptes-rendus. Cette analyse complètera ainsi la première pour évaluer l'intérêt et les limites de cette modalité de travail de la CoP.

Analyse quantitative

À l'issue de l'expérimentation, nous avons recueilli 21 comptes-rendus. Nous les avons récapitulés dans les tableaux 5.9, 5.10 et 5.11 qui suivent.

Les comptes-rendus de l'année I $(n = 9)$ ont été majoritairement recueillis lors de l'entretien de fin d'année que nous avons mené avec chaque enseignant, ce que nous spécifions en commentaire dans le tableau 5.9. Seul M. $\mathcal{M}$ les a diffusés comme prévu, l'ordre dans le tableau 5.9 est donc celui des séances observées. Pour les tableaux des années II $(n = 7)$ et III $(n = 5)$, l'ordre de présentation est l'ordre chronologique de diffusion des comptes-rendus[53]. Différents commentaires concernant la diffusion ou le contenu de ces comptes-rendus sont indiqués en note de bas de tableau.

Date diff.	Auteur	Problème	Date Pb	Commentaires
-	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$	*Golf*	7 avr (I)	entretien
avr (I)	M. $\mathcal{B}$	*Cordes*	8 avr (I)	déposé sous forme papier
-	M. $\mathcal{F}$	*Somme et différence*	10 avr (I)	entretien
-	M. $\mathcal{H}$	*Piscine*	10 avr (I)	entretien
3 jun (I)	M. $\mathcal{M}$	*Cordes*	11 avr (I)	adresse JPG puis liste
16 jun (I)	M. $\mathcal{M}$	*Somme et différence*	14 jun (I)	liste
-	M. $\mathcal{H}$	*Plus grand produit*	20 jun (I)	entretien
-	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$	*Cordes*	30 jun (I)	entretien
-	M. $\mathcal{F}$	*Golf*	30 jun (I)	entretien

TAB. 5.9: Comptes-rendus classés par date de diffusion (si disponible) pour l'année I.

[53]Les comptes-rendus ont été envoyés différents jours de la semaine, excepté le dimanche, et à différentes heures de la journée, entre 8h et 19h30.

Date diff.	Auteur	Problème	Date Pb	Commentaires
6 fév (II)	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$	*Plus grand produit*	30 jan (II)	liste, fichier attaché
7 fév (II)	M. $\mathcal{F}$	*Somme et différence*	30 jan (II)	liste, par JPG[a]
7 fév (II)	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$	*Golf* (1)	5 fév (II)	liste, par JPG[b]
14 avr (II)	M. $\mathcal{H}$	*Plus grand produit*	25 mar (II)	liste
2 jun (II)	M. $\mathcal{F}$	*Piscine*	24 mai (II)	liste, par JPG[c]
8 jun (II)	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$	*Plus grand produit*	28 mai (II)	liste, par JPG[d]
11 jun (II)	M. $\mathcal{H}$	*Piscine*	25 mai (II)	liste

TAB. 5.10: Comptes-rendus classés par date de diffusion pour l'année II.

[a] N'a pas consulté le site Web. Envoi le 5 fév sur l'ancienne liste. Envoi spécifique à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ car nous n'avions pas son adresse électronique.

[b] Essai de diffusion sur le site Web le 5 fév, soit le soir même de la mise en oeuvre, mais un problème inconnu est rencontré sur la plate-forme.

[c] 1$^{\text{er}}$ envoi fichier au format Lotus à notre adresse le 27 mai, envoi sur liste au format .doc avec son accord.

[d] 1$^{\text{er}}$ envoi refusé par la plate-forme Web du raccourci du document le 3 juin, 2$^{\text{e}}$ essai le 7 juin.

Date diff.	Auteur	Problème	Date Pb	Commentaires
12 jan (III)	M. $\mathcal{H}$	*Tours*	4 jan (III)	liste, sans grille, jour R7-III
12 jan (III)	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$	*Triangles colorés*	9, 10 déc (III)	liste, avec grille, après R7-III
16 mar (III)	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$	*Tours*	14 déc (III)	liste, sans grille
16 mar (III)	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$	*Somme des chiffres*	28 fév (III)	liste, sans grille
12 mai (III)	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$	*Cordes*	10 mai (III)	liste, avec grille

TAB. 5.11: Comptes-rendus classés par date de diffusion pour l'année III. La « grille » correspond à l'outil de rédaction des comptes-rendus.

La consultation des commentaires des mêmes tableaux, nous permet de noter trois choses. En premier lieu, des problèmes techniques, dûs à la plate-forme ou à la compétence technique des enseignants, peuvent compromettre la diffusion de comptes-rendus et notre rôle de coordination a parfois consisté à remédier à ces problèmes. En deuxième lieu, on voit que, malgré notre suivi de la communication des informations, les changements de procédures perturbent eux aussi la diffusion des comptes-rendus[54]. Enfin et en troisième lieu, on voit lors de la troisième année que l'outil bâti en fin d'année précédente (réunion R6-II) afin de faciliter la rédaction des comptes-rendus ne joue pas, a priori, le rôle attendu alors que le nombre d'enseignants réellement impliqués est passé de 5 à 6. D'une part, seuls 2 comptes-rendus sur 5 en font explicitement usage, d'autre part, le nombre de comptes-rendus diminue. Nous revenons sur ce point plus bas.

Étudions maintenant plus en détail les nombres de comptes-rendus rédigés et diffusés par chaque enseignant à l'aide du tableau 5.12 page suivante.

[54] Pour des raisons techniques, les comptes-rendus devaient être déposés sur la plate-forme Web puis sur une liste de diffusion l'année I puis, finalement, sur une autre liste l'année III.

Enseignant	I	II	III	*Totaux*
M^{me} $\mathcal{S}$	[1]/2	1/4	2/3	*4/9 (44.4)*
M. $\mathcal{H}$	[2]/2	2/3	1/4	*5/9 (55.6)*
M. $\mathcal{D}$	0/2	0/3	0/3	*0/8 (0.0)*
M^{me} $\mathcal{R}$	[1]/2	2/3	0/4	*3/9 (33.3)*
M. $\mathcal{F}$	[2]/2	2/3	-	*4/5 (80.0)*
M. $\mathcal{M}$	2/2	0/1	-	*2/3 (66.7)*
M^{me} $\mathcal{B}$	0/1	-	-	*0/1 (0.0)*
M. $\mathcal{B}$	[1]/1	-	-	*1/1 (100)*
M^{me} $\mathcal{G}$	-	-	2/3	*2/3 (66.7)*
M. $\mathcal{O}$	-	-	0/4	*0/4 (0.0)*
Totaux	*9/14 (64.3)*	*7/17 (41.2)*	*5/21 (23.8)*	*21/52 (40.4)*

TAB. 5.12: Nombre de comptes-rendus rédigés chaque année pour chaque enseignant (numérateur) et nombre de problèmes mis en oeuvre (dénominateur). Les nombres entre crochets signalent le nombre de comptes-rendus rédigés mais non diffusés. Les nombres entre parenthèses sont les pourcentages correspondant aux fractions.

De l'année I à l'année III, on observe une chute régulière du pourcentage de comptes-rendus recueillis par rapport au nombre de problèmes mis en oeuvre (64,3% l'année I, 41,2% l'année II, 23,8% l'année III). Comment l'expliquer ? La rédaction des comptes-rendus l'année I a pu être fortement favorisée par l'entretien de fin d'année, les enseignants se sentant obligés d'en présenter un lors de l'entretien ayant pour objectif de faire le bilan de l'année. Les réunions ayant fait apparaître la difficulté de rédiger des comptes-rendus[55], on peut donc comprendre la baisse observée par une diminution de la pression contractuelle ressentie. L'outil de rédaction des comptes-rendus constitué par la grille de questions élaborées lors de la réunion R5-II n'a pas suffi à relancer leur rédaction alors que c'était en partie son objectif. Pour autant et même si un enseignant, M. $\mathcal{H}$, peut dire qu'il « *n'a pas ressenti l'utilité de l'utiliser* »[56], nous ne concluons pas que cet outil soit inutile. Au contraire, nous pensons qu'il s'agit tout de même d'une réification de la CoP qui présente l'intérêt de focaliser la participation des membres sur un certain nombre de points en jouant sur la dimension *participation/réification*. Il a été proposé comme outil mais la CoP n'a pas décidé que son utilisation serait absolument nécessaire, tout comme les comptes-rendus eux-mêmes. Enfin, on note que le nombre de comptes-rendus n'est cependant pas négligeable si l'on considère la difficulté de l'exercice malgré les précautions prises.

Notamment afin de faciliter une mise en relation avec la trajectoire des enseignants au chapitre suivant et même si les effectifs conduisent à les considérer avec prudence, nous classons les enseignants en trois profils par rapport à la transmission des comptes-rendus :

[55]Nous le verrons plus en détail lors de l'analyse des réunions à partir de la page 188.
[56]M. $\mathcal{H}$ à la réunion R7-III qui, dans le même temps, ajoute qu'un terme d'une question est ambigu.

Profils	Ens.
Taux de transmission supérieur à 66%	M. $\mathcal{F}$, Mme $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{M}$
Taux de transmission de 33% à 56%	Mme $\mathcal{R}$, Mme $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ (par ordre croissant)
Taux de transmission de 0%	M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{O}$

TAB. 5.13: Profils de transmission des comptes-rendus.

Dans la catégorie médiane, les enseignants ne présentent pas un profil identique du point de vue des comptes-rendus. Les profils de M. $\mathcal{H}$ et Mme $\mathcal{R}$ sont proches puisqu'ils ont un taux similaire chaque année et qui chute l'année III, suivant ainsi la tendance générale. À l'inverse, le taux de Mme $\mathcal{S}$ croît cette dernière année. Notons qu'elle a pourtant insisté, notamment à la réunion R8-III pour dire que le compte-rendu est « *trop contraignant* ». Cependant, elle respecte cette modalité de travail dans le cadre de la CoP et en rédige un pour sa mise en oeuvre suivante, la dernière de l'année[57].

Analysons maintenant les cas des enseignants qui rédigent des comptes-rendus plus souvent que les autres. Dans cette catégorie, nous trouvons M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{M}$ et Mme $\mathcal{G}$. On peut interpréter l'implication de M. $\mathcal{F}$ comme une sorte de « compensation » du fait que ce dernier, notamment de part de ses fonctions d'élu, s'est révélé peu disponible pour les réunions. C'est une forme spécifique de participation à l'activité de la CoP qu'il faut souligner. Il y a un engagement limité mais direct dans l'activité de la CoP, ce qui est conforme avec la théorie de Wenger. Celle-ci précise en effet que la participation ne comprend pas toujours des liens directs avec les autres[58]. De leur côté, M. $\mathcal{M}$ et Mme $\mathcal{G}$ sont deux enseignants ayant pour point commun de n'avoir participé à la CoP qu'une seule année – en début d'expérimentation pour M. $\mathcal{M}$, en fin d'expérimentation pour Mme $\mathcal{G}$. Leur implication dans les comptes-rendus s'entend donc comme une marque de leur volonté de s'inscrire au mieux dans les modalités de travail de cette CoP qu'ils entendent intégrer.

Enfin, dans la dernière catégorie, celle des enseignants qui ne rédigent aucun compte-rendu, nous trouvons M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$. Le premier explique bien combien ses activités professionnelles et extra-professionnelles l'accaparent, comme M. $\mathcal{F}$ mentionné plus haut. Il part, lui, en retraite à la fin de l'année III, soit un an après M. $\mathcal{F}$. Leur profil est aussi similaire du point de vue de la charge de travail globale. M. $\mathcal{D}$ dit très explicitement, par exemple lors de la réunion R5-II, qu'il apprécie et utilise les comptes-rendus des autres enseignants mais qu'il ne trouve pas le temps d'en rédiger un. Il a tenté de le faire pour *Plus grand produit* mais il n'a pas abouti[59]. La charge de travail de cet exercice est lourde par rapport aux gains espérés et M. $\mathcal{D}$ s'en remet donc à la participation des autres membres de la CoP. M. $\mathcal{O}$ n'est, quant à lui, présent que l'année III. Nous n'avons pas de commentaire particulier si ce n'est qu'il rejoint l'ensemble des enseignants pour dire que le temps de préparation de la classe est déjà important et que son profil présente des similitudes avec celui de Mme $\mathcal{G}$. Nous y reviendrons dans le chapitre suivant consacré aux trajectoires des enseignants.

[57] Pour *Cordes* mis en oeuvre le 10 mai (III).

[58] Cf. section 2.1.2 page 19

[59] Cf. la même réunion R5-II.

Analyse qualitative

Après l'étude quantitative des comptes-rendus, voyons maintenant de quoi ils sont constitués pour évaluer ce qu'ils peuvent apporter à la CoP. Étant donné les effectifs considérés et la teneur des comptes-rendus, il nous a paru peu pertinent d'en faire une analyse très détaillée, visant, par exemple, à montrer des évolutions dans la rédaction des comptes-rendus pour chaque enseignant, voire pour chaque problème. Il y a une certaine variété des présentations et des rédactions des comptes-rendus mais nous n'avons pas non plus trouvé utile de l'étudier en détail. Cependant, pour illustrer ces deux points, nous analyserons deux comptes-rendus du M[me] $\mathcal{R}$. Auparavant, nous allons concentrer notre analyse sur la présence d'éléments concernant les questionnements et les difficultés des enseignants ainsi que sur celle d'éléments susceptibles d'apporter des réponses aux questions qui se posent dans la CoP. Cette analyse nous permettra de mettre en évidence l'intérêt et certaines limites de cette modalité d'activité de la CoP. Pour cela, nous avons lu l'ensemble des comptes-rendus en notant pour chacun d'eux les éléments qui relèvent respectivement de la présentation et de la dévolution du problème, des recherches des élèves, des mises en commun, des phases de conclusion et enfin de la gestion globale des séances. Voici le récapitulatif de ces différents éléments qui apparaissent, plus ou moins chaque année et plus ou moins explicitement, dans un ou plusieurs comptes-rendus.

Présentation et dévolution du problème

- La dévolution du problème peut s'avérer difficile ou longue.
- Sa présentation peut être orale, écrite, peut s'aider du tableau. On peut aussi montrer/cacher le tableau pour faire réagir les élèves sur l'énoncé.
- On peut expliquer certains mots de l'énoncé, notamment les mots « faussement inducteurs ».
- On peut utiliser des exemples mais il peut y avoir un risque.
- Les élèves peuvent être déroutés par « l'abstraction » de certains énoncés.
- On peut adapter l'énoncé original, éviter les phrases trop longues, utiliser des contextes plus « concrets ».
- On peut s'appuyer sur des séances précédentes pour faciliter la dévolution du problème (ex. séance sur les décompositions de 10), parfois pour s'en détacher : ceci révèle parfois des surprises sur les connaissances réelles des élèves.
- On peut utiliser du matériel (cubes pour *Tours*, triangles prédécoupés pour *Triangles colorés*).
- Se pose la question d'écarter le cas du 0 pour *Somme des chiffres*.

Recherches

- Le début de la recherche peut être mené en groupe (taille à déterminer, quelques difficultés à signaler) ou individuellement ; des élèves ont parfois du mal à travailler en groupe (CE1/CE2 et *Triangles colorés*) mais le matériel est peut-être en cause.
- L'enseignant a un rôle à jouter pour relancer, recadrer la recherche, relancer avec « est-on sûr d'avoir obtenu toutes les solutions ? ».
- Comment gérer des élèves qui s'arrêtent quand ils pensent avoir terminé ?
- La présence de calculs longs et la gestion des erreurs de calcul peut allonger la durée de la séance : faut-il proposer des cas plus simples ? La calculatrice ?
- Comment gérer des difficultés d'ordre mathématique des élèves qui ne sont pas directement

liées au problème (parenthèses, commutativité de la multiplication) ?
- On peut faire des mises en commun rapides après un court temps de recherche pour repréciser la consigne (ex. tours non conformes), alterner des recherches de 10' avec des mises en commun (*Piscine* et ses différents cas).

Mises en commun
- Comment favoriser les échanges au sein de la classe entière, notamment pour ne pas les limiter à quelques élèves ? Les élèves sont peu attentifs aux présentations de leurs pairs. On peut leur faire faire des manipulations similaires à celles faites au tableau ;
- L'expression orale des élèves est parfois difficile. On peut leur dire qu'ils doivent expliquer pour que les autres puissent comprendre, on peut utiliser des affiches ;
- L'enseignant à un rôle à jouer dans la gestion des mises en commun, dans l'apparition d'une solution, la gestion des propositions d'élèves. Quand et comment valider la résolution ? L'enseignant est parfois amené à « conduire autoritairement » une vérification par les élèves ;
- Tous les élèves n'aboutissent pas.

Conclusion
- Faut-il finir sur la méthode la plus efficace ?
- On peut prolonger une séance mais comment ? Avec un autre cas pour appliquer une technique, mais ce n'est plus la même activité de recherche, ou un autre problème ?

Gestion globale
- Une séance longue pourrait occuper 2 voire 3 séances. Comment les gérer ? Une première séance de recherche avec quelques mises en commun et une seconde séance pour une mise en commun plus complète ?
- La durée des phases est rarement précisée.
- Comment gérer les capacités d'attention des élèves ?
- Même les élèves en difficulté participent. Le mélange des niveaux de classe peut être bénéfique (classe double niveau) .
- On peut s'appuyer sur ERMEL pour préparer sa séance mais des difficultés importantes et non prévues peuvent apparaître chez les élèves.
- On peut envisager un lien entre *Triangles colorés* et *Tours*.

Commençons par un commentaire global sur les éléments trouvés dans les comptes-rendus. Comme nous l'avons rappelé au début de cette section, nous pensions que ces derniers, au début de l'expérimentation, ne concerneraient que les élèves et qu'ils n'évoqueraient pas ou rarement des éléments concernant les enseignants et leur pratique. La réunion R1-I avait d'ailleurs permis de préciser que les comptes-rendus comprendraient principalement la durée, le scénario et l'énoncé utilisé, les effets sur les élèves. On avait aussi, notamment, précisé que les enseignants pouvaient aborder ce qui avait marché ou non, mais cette précision était au même niveau que le texte de l'énoncé ou les modalités de travail : individuel ou en groupe. Finalement et dès la première année, les enseignants rapportent globalement plusieurs éléments de leur pratique ou de leur questionnement susceptibles d'intéresser les autres membres de la CoP. Ces apports se font parfois sous la forme d'explications claires et précises mais c'est parfois le manque de clarté et précision qui peut mettre en évidence l'intérêt de certains de ces éléments. Par exemple, le fait que les élèves commencent par chercher individuellement ou par groupe ou la durée de chaque phase ne sont pas toujours précisés. Or, ces éléments, ensemble ou séparément, sont parfois déterminants pour comprendre la logique du déroulement et pour illustrer clairement une option intéressante de gestion du problème pour l'enseignant qui lit le compte-rendu. Il y a d'autres exemples. Les termes utilisés sont parfois suffisamment polysémiques pour qu'il soit difficile de savoir de quoi parle l'auteur. C'est, par exemple, le cas des mots ou expressions *confrontation* et *mise en commun*. S'agit-il de phases en petits groupes ou qui concernent la classe entière ? Y a-t-il toujours des débats entre pairs quand il y a « confrontation » ? La place de la parole de chacun, élèves ou enseignant, n'est pas toujours précisée ou claire alors que celle de l'enseignant a pu parfois être déterminante. Il n'est pas non plus toujours évident de savoir si la présentation du problème s'est faite à l'oral ou à l'écrit, or nous savons que l'intérêt porté par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ à l'option « oral » pouvait faire débat entre enseignants[60].

Des éléments de la pratique des activités RPP apparaissent donc dans ces comptes-rendus que les enseignants déclarent eux-mêmes trouver intéressants. On voit donc combien cet élément du design de la CoP paraît pertinent pour impulser une certaine activité de la CoP. Cependant, on voit aussi certaines de ses limites, dues notamment à l'imprécision ou au manque de clarté des auteurs de comptes-rendus et aussi à la complexité de cet exercice de rédaction. On pourrait donc souhaiter une amélioration de cette modalité d'activité de la CoP. L'outil de rédaction des comptes-rendus mis au point en fin d'année II voulait y contribuer mais nous avons rapidement vu ses limites lors de l'analyse quantitative précédente, autant en termes de comptes-rendus transmis et qu'en termes d'utilisation de cet outil. La question se pose donc de savoir s'il est pertinent de souhaiter un enrichissement de ces comptes-rendus et lequel, et comment l'obtenir sans perdre les avantages liés aux faibles contraintes qui les entourent. L'analyse de deux comptes-rendus de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ va compléter les deux analyses, quantitative et qualitative, et nous aider à tirer des conclusions.

Analyse qualitative de deux comptes-rendus de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ a mis en oeuvre le problème *Golf* chacune des années I, II et III et a rédigé un compte-rendu les années I et II. Pour commencer, présentons et étudions celui de l'année I reproduit à la figure 5.1 page ci-contre.

[60] Cf. réunion R9-III.

Durée 50 mn (20 pour la recherche et 30 pour la confrontation)
Problème golf sous la forme :
Une classe dispose de 97 euros pour acheter du matériel scolaire. Les élèves ont besoin de compas et de ciseaux.
Un compas coûte 3 euros et une paire de ciseaux coûte 8 euros
Quelles commandes cette classe pourrait-elle faire ?

Mise en œuvre la classe est divisée en groupes de 5 ou 6.
L'énoncé est distribué. Dans chacun des groupes, un élève reformule le problème.
La confrontation fait apparaître 2 solutions qui reposent sur du tâtonnement mais avec des schématisations différentes : ensembles, tableaux, opérations successives, sommes de 2 produits, équations à 2 inconnues.
Conclusion Les échanges au sein du groupe, pendant la phase de recherche, se limitent à 2 ou 3 interlocuteurs.
Pendant la confrontation, 10 enfants sont actifs ; les échanges passent toujours par la maîtresse.
Il manque la validation par l'ensemble des enfants d'une solution qui serait la plus pratique : chaque groupe estime que sa méthode est la plus claire.
Suite Y-a-t-il d'autres solutions ?

FIG. 5.1: Compte-rendu pour le problème *Golf* (I).

Nous constatons qu'un contexte « concret » (achat de matériel scolaire) a été ajouté par rapport à l'énoncé proposé dans le site Web. M^{me} $\mathcal{R}$ pense à ce moment de l'expérimentation qu'elle ne peut pas proposer un problème trop « abstrait » à ses élèves, même si cette option a été évoquée dès la réunion R1-I. Le compte-rendu de M^{me} $\mathcal{R}$ est conforme à ce qui était convenu au sein de la CoP en cela qu'il évoque : la durée, l'énoncé utilisé et le déroulement, des éléments concernant les réactions des élèves. La « Conclusion » rapporte implicitement certains des problèmes rencontrés par l'enseignante :

- fonctionnement non satisfaisant au sein des groupes d'élèves ;
- nombre limité d'élèves impliqués dans les échanges lors des moments censés impliquer l'ensemble de la classe ;
- non validation d'une méthode « plus pratique ».

Plusieurs formes de réponses utilisées par les élèves sont listées et le statut de la recherche par tâtonnement, souvent considéré de peu d'intérêt par les enseignants lors de notre expérimentation, n'est pas pointé. L'enseignante ne parle pas de l'influence du contexte concret sur le déroulement de sa séance. En effet, certains élèves de la classe pensaient que les élèves de la classe fictive devaient avoir à la fois un compas et une paire de ciseaux, ce qui était donc un frein à la compréhension et à la résolution du problème. Voyons maintenant le compte-rendu du même problème pour l'année II où seule la première séance est évoquée. Il est reproduit à la figure 5.2 page suivante.

Golf Ermel CM2 p56-57
1ère séance
Consigne : Tu dois obtenir 41 en additionnant 3 et 8. Tu peux utiliser la calculatrice.
Difficultés rencontrées non prévues par Ermel :
– la valeur du signe $=$ $(3 \times 10 = 30 + 8 = 38 + 3 = 41)$
– l'utilisation de la soustraction dans la décomposition $(4 \times 8) + (8 \times 3) - 2 = 41)$
– l'utilisation des parenthèses dans l'écriture en ligne
– le passage des recherches sous forme d'opérations posées en colonnes aux écritures en lignes
– reconnaissance d'une même solution sous différentes écritures
Durée de la séance : 1h30 consacrée à la première phase Ermel et il reste 5 solutions à étudier.

FIG. 5.2: Compte-rendu pour le problème *Golf* (II).

Les deux comptes-rendus diffèrent à la fois dans leur forme et leur contenu. Les critères de rédaction, faire figurer l'énoncé, la durée et les réactions des élèves, sont respectés. Sur la forme, on note que les deux comptes-rendus sont très synthétiques et que le deuxième l'est davantage, ce qui est conforme au souhait de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ de ne lire que des comptes-rendus courts[61].

Même si M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ n'a jamais consulté la section bibliographie du site Web, elle fait tout de même référence explicitement à un ouvrage ERMEL. Ceci s'explique par le fait que, suite à sa demande[62], nous lui avions fait parvenir des photocopies des problèmes dans les ouvrages d'ERMEL. Pour la première fois, elle avait aussi emprunté l'exemplaire d'une collègue de son école. Nous n'analyserons pas ici les deux séances mais le deuxième compte-rendu en révèle certains aspects : l'enseignante a laissé davantage la classe prendre en charge la résolution du problème puis elle a été confrontée à différents problèmes « *non prévus* » dans l'ouvrage ERMEL qu'elle énumère. Pendant la séance, elle avait choisi de laisser la charge du traitement de ces problèmes aux échanges entre pairs, ce qui, bien qu'étant logique a priori, n'avait pas permis d'avancer notablement sur la résolution du problème. En effet, les aspects mathématiques concernés étant essentiellement liés à des conventions, les élèves n'ont finalement pas pu avancer seuls sur ces points. L'enseignante a donc pu avoir le sentiment que sa séance n'avançait pas, ce qui était vrai en partie. L'expérience de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ nous montre que la rédaction de son dernier compte-rendu a pu l'aider à mieux analyser les difficultés rencontrées par les élèves car elle en reparlera lors de la réunion R4-II. Enfin, le deuxième compte-rendu nous montre que le changement de pratique est difficile pour M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$. D'une part, elle tente de s'affranchir d'un contexte « concret » dont elle a pu percevoir les limites mais ce changement la laisse aussi un peu démunie. D'autre part, ce changement est concomitant avec l'apparition de difficultés inattendues par l'enseignante et, qui plus est, non prévues par ERMEL qui est pourtant censé être une référence ! L'année III, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ a remis en oeuvre *Golf*, ce dernier a donc constitué une sorte de terrain d'expérimentation pour elle. Finalement, on voit que la maîtrise de ces nouvelles situations d'enseignement se révèle complexe et demande une adaptation qui est loin d'être automatique ou évidente. À ce moment de l'expérimentation, l'activité de la CoP peine encore à traiter concrètement des difficultés qui se posent.

Revenons sur la tendance à proposer des énoncés « concrets » car elle a été évoquée plusieurs fois au long de l'expérimentation, dès la première réunion. Elle semble être un élément de la *composante sociale* des enseignants de notre expérimentation même si son influence peut varier, no-

[61] Cf. réunion R6-III.
[62] Lors de la réunion R3-II.

tamment pour M. $\mathcal{H}$ qui est moins hésitant pour proposer des situations abstraites, et si elle peut évoluer, comme on vient de le voir pour M^me^ $\mathcal{R}$. Nous la caractérisons comme élément de la composante sociale des enseignants car ils évoquaient tous cette tendance comme naturelle et évidente lors des réunions. L'activité de la CoP a permis d'affaiblir cette « contrainte » et ainsi de permettre la pratique de nouveaux problèmes et de nouvelles pratiques. Par exemple, c'est le cas de *Plus grand produit* qui a été mis en oeuvre par les plus réticents, dont M^me^ $\mathcal{R}$, dès la fin de l'année II. Il est difficile d'attribuer à un facteur particulier ce changement de M^me^ $\mathcal{R}$ et c'est plutôt d'une multiplicité de facteurs dont il faut parler. Parmi ceux-ci, on peut citer sa propre expérience de *Golf* l'année I, les réunions qui ont lui permis de voir que d'autres enseignants proposaient des problèmes « abstraits » à leurs élèves, la lecture de notre mémoire de DEA qui analysait ce choix du contexte comme non obligatoire voire contre-productif et enfin nos échanges informels. Il n'est pas évident que les comptes-rendus aient joué un rôle dans l'évolution de sa pratique mais on ne peut pas non plus l'écarter. Par contre, on constate que cette évolution est exposée en partie à l'ensemble des membres de la CoP et qu'elle est donc susceptible d'être discutée et de conduire à de nouvelles évolutions chez d'autres enseignants.

Conclusion

Les comptes-rendus font partie du design initial. Comme pour d'autres éléments, on a vu qu'ils avaient évolué, que ce soit du fait des modalités de rédaction instituées au sein de la CoP ou du fait des enseignants eux-mêmes. L'analyse quantitative a montré une variété parmi les enseignants et une baisse progressive du nombre de comptes-rendus, alors qu'on aurait pu s'attendre à une stagnation ou une hausse du fait de l'intérêt des enseignants et des adaptations négociées du design initial. Le coût des comptes-rendus, notamment en termes de temps de rédaction, est donc trop important pour certains enseignants. Cependant, cette modalité semble à conserver. D'une part, nous avons vu des enseignants poursuivre l'utilisation des comptes-rendus et, d'autre part, l'analyse qualitative de l'ensemble des comptes-rendus et des deux comptes-rendus de M^me^ $\mathcal{R}$ montre que, sans rechercher un enrichissement de cette modalité de travail, ils peuvent déjà constituer des réifications susceptibles de favoriser l'activité de la CoP autour de son entreprise commune, au même titre par exemple que l'outil de rédaction mis au point l'année II.

Nous pensions que les effets des comptes-rendus seraient plus facilement visibles. Cela n'a pas été le cas et on peut tenter de l'expliquer par deux arguments. D'une part, les effectifs considérés ne nous permettent pas une analyse très approfondie de ces effets car une méthodologie plus fine et plus coûteuse ne semble pas justifiée. D'autre part, il est aussi possible que ces effets ne soient pas aussi importants que nous le supposons, ce qui expliquerait que nous ne les décelons pas facilement. Cependant, ce dernier argument semble peu recevable car les enseignants, alors qu'ils en avaient l'opportunité puisque nous leur avons proposé à plusieurs reprises dès le début de l'expérimentation, n'ont jamais souhaité supprimer cette modalité de travail. Finalement, les comptes-rendus tels qu'ils sont utilisés ici sont un exemple typique de prise en compte des dimensions *identification/négociabilité* et des *degrés de participation* au sein d'une CoP.

L'étude des comptes-rendus et celles des problèmes mis en oeuvre et des consultations du site Web constituent l'analyse des premiers éléments de l'expérimentation. Ces études ont déjà fait appel à des propos tenus lors des réunions. Ce sont ces dernières que nous analysons maintenant en détail.

5.3 Analyses des réunions

L'organisation de réunions a seulement été évoquée comme une possibilité parmi d'autres modalités de fonctionnement au début de l'expérimentation dans le but de favoriser l'émergence de la CoP. Dans les sections suivantes, nous allons étudier le rôle qu'ont pu jouer les réunions dans l'activité de la CoP et dans les pratiques des enseignants. Pour ce faire, nous mènerons des analyses qualitative et quantitative que nous synthétiserons ensuite à l'aide de profils de participation des enseignants. Ces profils seront basés, non sur les présences et les absences des enseignants, ce qui serait trop simpliste et dépendant de leurs contingences, mais sur leur participation lors des réunions auxquelles ils assistent. Avant de présenter les analyses de réunions annoncées dans le chapitre consacré à la méthodologie, nous présentons d'abord quelques considérations générales.

5.3.1 Considérations générales

Afin de faciliter notre travail, nous avons numéroté les réunions, précisé leur date et une synthèse succincte des points saillants des échanges dans le tableau 5.14 page ci-contre.

Le tableau 5.15 page 190 récapitule les présences de chaque enseignant aux différentes réunions ainsi que leurs opportunités non concrétisées d'y participer, c'est à dire les absences des enseignants impliqués dans l'expérimentation au moment de la réunion. Alors que l'organisation de la plupart des réunions promettait de réunir l'ensemble des enseignants impliqués, la consultation de ce tableau montre que cela n'a finalement jamais été le cas. Soit certains enseignants prévoyaient de ne pas venir à certaines réunions, soit ils ne venaient finalement pas pour des raisons diverses : maladie, oubli, autre réunion, etc. La participation des enseignants est relativement stable entre les années I et II et est en légère hausse pour la dernière année avec un taux de participation de 72% au lieu de 50% pour l'année I et 52% pour l'année III, ce qui tendrait à montrer une meilleure participation des enseignants dans la CoP. Cependant, il faut moduler ces constats. D'une part, les pourcentages sont relativement sensibles à la présence/absence d'un enseignant à une réunion puisqu'un enseignant correspond à 12,5 point l'année I, 4,3 l'année II et 4 l'année III. D'autre part, l'année III accueille deux novices, ceux-ci ont donc peut-être plus à coeur que les pionniers de participer à un dispositif qu'ils viennent d'intégrer[63]. On constate d'ailleurs que les deux enseignants arrivés l'année III, M^{me} $\mathcal{G}$ et M. O, participent à trois réunions sur quatre[64]. Cependant, en calculant le pourcentage des présences restreint aux enseignants pionniers l'année III, on trouve un taux de présence de 60% et on constate donc une légère hausse de leur participation. De plus, le taux de participation restreint aux pionniers pour la première réunion de l'année III est de 80%. En somme, nous trouvons donc des indicateurs qui montrent un intérêt des enseignants pour ces réunions, voire une légère augmentation de leur participation.

Le tableau 5.16 page 190 montre que les réunions ont eu lieu à divers endroits selon le moment de l'année et les choix des enseignants. La première réunion de chaque année avait lieu à l'IUFM, et la majorité des autres réunions ont eu lieu à l'école de M. $\mathcal{H}$. Ceci est lié à son caractère relativement central par rapport à la répartition géographique des écoles des enseignants ou à leur domicile. Concernant le jour des réunions, la prédominance du mercredi s'explique par le fait que c'est un

[63]Le cas de M^{me} $\mathcal{B}$ est particulier du fait de problèmes de santé, elle participe cependant aux réunions autant que possible.

[64]Soit autant que M^{me} $\mathcal{R}$ l'année II, alors que la participation de celle-ci en année III se limite à la première réunion.

N° Réu.	Dates	Synthèses succinctes
R1-I	5 mar (I)	Présentation de l'expérimentation, des problèmes et du site Web.
R2-II	10 déc (II)	Réunion informelle suite à l'obtention de notre DEA, échanges sur une poursuite potentielle de l'expérimentation, transmission de notre mémoire de DEA à M^{me} $\mathcal{R}$.
R3-II	14 jan (II)	Relance de l'expérimentation, transmission de notre mémoire de DEA à M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$.
R4-II	17 mar (II)	Échanges en cours d'expérimentation, M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ ont consulté notre mémoire de DEA, retour sur le contexte de l'expérimentation, échanges sur l'intérêt et la gestion des activités RPP, sur la valeur des éléments du design.
R5-II	10 jun (II)	Bilan d'année, mise au point d'une grille pour faciliter la rédaction des comptes-rendus, partages de pratiques autour des activités RPP, quelques discussions autour des options possibles, échanges sur l'évolution du site Web, accord pour continuer, proposition de recrutements, prévision de nouveaux problèmes pour l'année III.
R6-III	17 nov (III)	Relance de l'expérimentation, présentation du design, de ses évolutions, du contexte de la recherche par JPG et les pionniers, accueil de 2 novices : M^{me} $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$, format des comptes-rendus.
R7-III	12 jan (III)	Échanges en cours d'expérimentation, obtention de preuve d'élèves, travail en groupe, échanges en classe entière, réinvestissement, préparation des séances, écriture et reformulations de l'énoncé, dévolution du problème, comptes-rendus, site Web, présence de l'observateur.
R8-III	31 mar (III)	Échanges en cours d'expérimentation, de nouveaux éléments pour la gestion des problèmes proposés et des activités RPP en général, un nouveau problème proposé par un enseignant, discussion sur la résolution de deux problèmes, comptes-rendus intéressants mais coûteux, des entretiens d'enseignants peu réalistes en dehors du cadre expérimental, influence de la CoP sur le choix des problèmes (pionnier/pionnier et pionniers/novice) et sur les pratiques d'activités RPP et au-delà, décision de discuter de manière plus exhaustive des options de gestion d'une ou deux situations et d'en laisser une trace.
R9-III	3 mai (III)	Bilan d'année avant prochaines observations, échanges basés partiellement sur *Tours* et *Plus grand produit*, recherche et production de *Propositions pratiques* pour mises en oeuvre en classe, lecture des énoncés de mathématiques en cycle 3, référence aux communautés scientifiques et au rôle du contre-exemple, contribution plus importante du coordinateur.

TAB. 5.14: Numérotation, dates et synthèses succinctes des réunions.

Date	M[me] $\mathcal{S}$	M. $\mathcal{H}$	M. $\mathcal{D}$	M[me] $\mathcal{R}$	M[me] $\mathcal{B}$	M. $\mathcal{F}$	M. $\mathcal{M}$	M[me] $\mathcal{G}$	M. $\mathcal{O}$	Tot.	%/an
R1-I	-	-	+	+	+	-	-	.	.	[a] 4/8	$= 50\%$
R2-II	-	+	-	+	+	-	-	.	.	3/7	
R3-II	+	+	-	+	.	-	-	.	.	3/6	$\approx 52\%$
R4-II	+	+	-	+	.	-	.	.	.	3/5	
R5-II	+	+	+	-	.	-	.	.	.	3/5	
R6-III	+	+	-	+	+	.	.	+	+	6/7	
R7-III	+	+	+	-	.	.	.	-	+	4/6	$\approx 72\%$
R8-III	+	+	+	-	.	.	.	+	-	4/6	
R9-III	+	+	-	-	.	.	.	+	+	4/6	
Total	7/9	8/9	4/9	5/9	3/6	0/5	0/3	3/4	3/4	$33/55 = 60\%$	
	78%	89%	44%	56%	50%	0%	0%	75%	75%		

[a] La fraction 4/8 s'explique par la présence de M. $\mathcal{B}$. Étant donné sa brève participation à la CoP, nous n'avons pas ajouté de colonne supplémentaire pour faciliter la présentation du tableau.
Les fractions en pied de colonne ou en fin de ligne représente le nombre de présences par rapport aux opportunités de participation. Un '+' signale la présence de l'enseignant, un '-' signale une opportunité de participation, un '.' signale son absence de l'expérimentation.

TAB. 5.15: Tableau des enseignants présents aux réunions.

jour où les enseignants n'ont pas la classe en charge mais nous voyons que, une fois sur trois, les réunions ont aussi pu se tenir d'autres jours de la semaine, le soir après la classe.

N° réunion	Lieux	Jours de la semaine
R1-I	IUFM	mercredi
R2-II	IUFM	mercredi
R3-II	école de M. $\mathcal{H}$	mercredi
R4-II	école de M[me] $\mathcal{R}$	mercredi
R5-II	école de M. $\mathcal{H}$	jeudi
R6-III	IUFM	mercredi
R7-III	école de M. $\mathcal{H}$	mercredi
R8-III	école de M. $\mathcal{H}$	jeudi
R9-III	école de M. $\mathcal{H}$	mardi

TAB. 5.16: Lieux et jour des réunions.

Enfin, nous disposons d'enregistrements entièrement exploitables seulement pour les six dernières réunions (R4-II à R9-III). En effet, étant donné son caractère informel, la réunion R2 n'a pas été enregistrée et les enregistrements de R1-I et R3-II se sont révélés en partie défectueux. Nous ne pourrons donc pas faire une analyse poussée de ces réunions. Cependant, nous sommes en mesure de présenter un compte-rendu de la réunion R1-I, qui visait à présenter notre expérimentation, et de la réunion R3-II, ce qui nous permettra tout de même d'en analyser l'essentiel. Finalement, si l'analyse quantitative ne peut donc concerner que les réunions R4-II à R9-III, l'analyse qualitative est possible pour l'ensemble des réunions. Les résumés et les tableaux synthétiques des réunions qui forment l'ossature de cette analyse sont reportés en annexe[65].

L'analyse quantitative des réunions R4-II à R9-III sera présentée à la suite de l'analyse qualitative des réunions. Elle sera suivie d'une conclusion générale sur les deux analyses effectuées.

5.3.2 Analyse qualitative des réunions

Réunion R1-I (5 mars)

L'analyse est basée sur le compte-rendu figurant sur le site Web[66] et sur les résumés et les tableaux figurant en annexe[67]. Cette réunion, la seule de l'année I, vise à présenter le dispositif, les problèmes proposés aux enseignants et à réunir au moins une fois l'ensemble des enseignants concernés afin que chacun, nous y compris, fasse connaissance avec les autres membres de la CoP. Elle est donc un approfondissement du stade de l'incubation de la CoP et un point de passage à celui de la fusion. Comme le précise le courrier envoyé aux enseignants[68], il s'agit aussi que ceux qui ne sont pas encore sûrs de s'engager puissent venir se renseigner plus complètement. Sur les sept enseignants qui avaient accepté a priori de participer à notre expérimentation, seuls M. $\mathcal{D}$, Mme $\mathcal{R}$, Mme $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{B}$ y assistent, soit quatre enseignants. Les autres enseignants : Mme $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$, ont donc accepté de participer à notre expérimentation sans participer à cette première réunion.

Les enseignants : M. $\mathcal{D}$, Mme $\mathcal{R}$, Mme $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{B}$, interviennent de façon minoritaire durant cette réunion et nous les renvoyons plusieurs fois au fonctionnement de l'expérimentation et à ses objectifs pour répondre à la plupart de leurs questions. Ainsi, des options sont évoquées mais les enseignants n'obtiennent finalement pas de réponses complètes à des questions qui concernent certains aspects non négligeables de la gestion des activités RPP tels la lecture des énoncés, ses conséquences possibles et leurs reformulations, le fait que les objectifs des situations proposées puissent être atteints sans que les élèves ne trouvent leur solution, la durée et le nombre de séances à consacrer pour chaque problème, la formation des groupes, la gestion des validations et des réponses imprévisibles des élèves. D'une certaine manière, et même si certaines modalités opérationnelles ont été précisées (site Web, comptes-rendus), il y a donc un certain flou sur la manière dont la CoP va pouvoir apporter une aide concrète aux enseignants pour favoriser leur pratique devant les élèves. Étant donné notre statut de formateur IUFM, nous nous attendions à ce que certains enseignants reviennent sur leur choix de participer à l'expérimentation estimant de pas être mis en position de faire vivre les activités proposées dans leur classe. Il s'avère qu'en fait, conformément aux objectifs du stade d'incubation et de fusion d'une CoP intentionnelle, suffisamment d'éléments ont cependant été donnés lors de cette réunion pour leur permettre de s'investir dans le dispositif. Nous pensons que cela est notamment dû à la présentation du dispositif comme d'un objet à travailler, les éléments d'un compte-rendu ayant été fixés lors de cette réunion, en même temps que la gestion des activités au sein des classes, au fait que les problèmes ont déjà été expérimentés dans d'autres classes et que

[65] Cf. à partir de la page 389.
[66] Cf. page 359.
[67] Cf. à partir de la page 390.
[68] Nous l'avons analysé dans le chapitre consacré à la méthodologie page 52.

le challenge proposé est de voir comment ils peuvent les mettre en oeuvre dans leur classe et non pas de savoir s'ils vont pouvoir le faire.

Nous avions imaginé que d'autres enseignants profiteraient de la réunion pour s'informer plus amplement avant de s'engager mais aucun enseignant autre que ceux déjà prévus n'est venu assister à la réunion. Enfin, notons aussi que quatre enseignants : Mme $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$, ne participent pas à la réunion mais se sont déjà engagés à participer à l'expérimentation. Les deux premiers : Mme $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$, feront partie des membres les plus présents aux réunions de la suite de l'expérimentation[69].

Réunion R2-II (10 décembre)

Oragnisée à l'IUFM, cette réunion a essentiellement consisté en un pot de remerciements suite à la soutenance de notre mémoire de DEA. De notre point de vue, il ne s'agit pas d'une réunion décisive dans l'activité de la CoP mais nous la considérons néanmoins comme un support supplémentaire de la phase d'incubation. Bien que l'ensemble des enseignants ne soit pas présent, il s'agit tout de même d'une réunion qui les concerne et qui vise à favoriser l'activité de la CoP en développant des relations interpersonnelles. Cette réunion est une instanciation de la combinaison *Familier/Exceptionnel* et *Communauté* [70]. Nous avons renvoyé la reprise de l'expérimentation dans le cadre de notre travail de thèse au mois de janvier et nous avons transmis notre mémoire de DEA à Mme $\mathcal{R}$[71].

Réunion R3-II (14 janvier)

Cette réunion visait à relancer l'expérimentation dans le cadre de notre thèse en se basant sur l'analyse de la première année d'expérimentation. Après avoir contacté chacun des enseignants, seuls M. $\mathcal{H}$, Mme $\mathcal{S}$ et Mme $\mathcal{R}$ ont finalement pu être présents. M. $\mathcal{D}$, Mme $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$ nous ont cependant confirmé leur souhait de continuer l'expérimentation. Un compte-rendu synthétique de cette réunion est envoyé à chaque enseignant le 16 janvier (II)[72].

L'enregistrement de cette réunion s'étant avéré défectueux, le compte-rendu rédigé et quelques notes personnelles non reproduites ici constituent les principales sources de données pour cette réunion. On trouvera les résumés et les tableaux correspondants à cette réunion en annexe[73].

Ce n'est qu'après la réception du compte-rendu que M. $\mathcal{M}$ nous informe de son manque de temps pour y participer[74]. De plus, la récupération de l'exemplaire de notre mémoire de DEA laissé à Mme $\mathcal{R}$ a permis de donner un exemplaire à Mme $\mathcal{S}$ et à M. $\mathcal{H}$. Ces trois enseignants seront les seuls à le consulter.

La réunion R3 se situe dans le prolongement du travail commencé l'année I mais qui avait été limité du fait de perturbations conséquentes dues à des grèves nationales. Ceci avait fait que le passage de la CoP au stade de fusion n'était pas encore une réalité et qu'il fallait donc la relancer. Suite à nos analyses de l'année I, nous proposons des modifications censées permettre une activité

[69] Pour les présences des enseignants lors des différentes réunions, cf. le tableau 5.15 page 190.

[70] Cf. le tableau 3.1 page 53.

[71] Nous l'avions proposé à l'ensemble des enseignants mais nous n'avions qu'un exemplaire ce jour-là.

[72] Cf. page 376.

[73] Cf. à partir de la page 392

[74] L'apparition des réunions dans l'activité de la CoP et sa volonté de se décharger de certaines activités professionnelles ont pu être parmi les déclencheurs de cette décision.

plus riche des enseignants dans la CoP : organisation de réunions avec l'objectif de faire des bilans de chaque période de mise en oeuvre, améliorations du site Web mais en renvoyant à la consultation du site pour les détails, utilisation d'une liste de diffusion au lieu du module de communication du site Web. Cette réunion a principalement une valeur organisationnelle car elle s'attache peu aux questions de mises en oeuvre des activités de classe et cherche à favoriser l'activité de la CoP en fixant un premier cadre de travail élaboré avec les enseignants présents. En lien avec les constats de l'année I, la réunion est aussi l'occasion de rappeler de manière insistante et claire aux enseignants qu'ils ont toute liberté pour organiser leurs séances et que les comptes-rendus visent avant tout à partager leurs expériences.

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ demande une documentation (ERMEL) qu'elle aurait pu demander l'année précédente. Selon nous, ses précédentes mises en oeuvre et sa lecture de notre mémoire de DEA lui font penser qu'elle n'a peut-être pas suffisamment saisi tout le parti qu'elle pouvait tirer des activités proposées. Elle cherche donc ici à enrichir sa pratique par des lectures sans s'en remettre exclusivement aux modalités de fonctionnement de la CoP discutées lors de la réunion.

Tous les enseignants ne sont pas présents à cette réunion qui fixe de nouvelles règles de fonctionnement mais le compte-rendu envoyé à tous, offre explicitement la possibilité aux enseignants de donner leur avis sur ces règles.

Réunion R4-II (17 mars)

Cette réunion a eu lieu dans l'école de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$. C'est la première où la place des enseignants est aussi prépondérante et où leur expérience est directement convoquée. Celle-ci est davantage centrée sur sa fusion puisque deux objectifs essentiels sont, par le partage d'expériences, de développer des relations de confiance entre les membres et de mettre en évidence la valeur que peut constituer la CoP pour chacun d'eux. Les 3 enseignants présents sur les 6 impliqués sont les mêmes qu'à la réunion précédente : M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$.

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ semblent mieux accepter que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ le fait que les problèmes proposés impliquent une ouverture qu'il va être ensuite difficile de réduire sans les dénaturer. Ils ne cherchent apparemment pas à le faire car ils trouvent des intérêts à ce type de situations et proposent des idées, voire des techniques, pour mieux les gérer. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ intervient davantage pour souligner les problèmes rencontrés et ses interventions ne proposent pas ou peu de « solutions ». Le seul point sur lequel elle montre une relative opposition avec ses collègues concerne les finalités des *problèmes pour chercher* puisqu'elle insiste pour que les élèves trouvent une solution alors que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ n'en font pas une priorité. Les autres idées proposées par les enseignants (comme par exemple le fait que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ mène des problèmes sur 3 séances alors que les autres le font plutôt sur 1 ou 2) sont globalement peu ou pas discutées. Aucun enseignant ne propose de solliciter les collègues de la CoP pour résoudre un problème de pratique de classe.

Le contenu initial du site Web ne suffit apparemment pas à décrire notre expérimentation et ce que sont les *problèmes pour chercher* ou ce moyen n'est pas suffisant. C'est la lecture partielle de notre mémoire de DEA qui permet à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ de mieux comprendre ces situations et de mieux comprendre aussi les objectifs de l'expérimentation. La présence à la réunion R1-I n'a donc pas constitué un apport décisif pour M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ par rapport à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ qui n'y a pas assisté. De même, l'ajout d'informations sur le site Web a, semble-t-il, constitué une surprise pour M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ alors que nous avions préalablement fait passer cette information par mail dès le début de l'expérimentation cette année. Certaines informations diffusent donc difficilement au sein de la CoP. Cependant, il est à noter que le site est apprécié pour son côté « minimaliste », c'était un des aspects que nous avions justement favorisé. Le constat concernant la mauvaise diffusion de certaines informations n'appelle pas forcément de modifications du site Web puisque l'information peut aussi se diffuser entre les membres par d'autres moyens. Il reste que ces modifications restent souhaitables.

Pour tous, le compte-rendu est un outil d'abord utile pour celui qui le rédige, bien qu'il soit coûteux à établir. Les autres comptes-rendus ont une utilité différente suivant les enseignants : après la séance pour M^{me} $\mathcal{S}$, difficiles à lire pour M^{me} $\mathcal{R}$.

Finalement, les trois enseignants présents ont échangé sur des éléments de leur pratique et sur leurs expériences variées en termes de réussite et sont d'accord pour maintenir la réunion R5-II[75]. Ceci semble montrer que l'on tend à se situer au stade de la fusion de la CoP. Une dynamique est lancée même si elle ne concerne que trois enseignants sur les six impliqués.

Réunion R5-II (10 juin)

Cette réunion avait pour objet de faire un bilan de l'année et, devant le nombre réduit de comptes-rendus transmis, de proposer la conception d'un outil pour faciliter la rédaction des comptes-rendus[76]. À l'issue de la réunion, nous avons rédigé un résumé de la réunion comprenant l'outil construit pour les comptes-rendus et l'avons transmis le 23 juin par courriel aux enseignants de la CoP[77]. Trois enseignants sont présents sur les six impliqués à cette date : M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$ (absent aux deux réunions précédentes de l'année). M. $\mathcal{F}$ est absent, il n'a participé à aucune réunion et part à la retraite à la fin de l'année scolaire. M^{me} $\mathcal{R}$ n'a pas pu nous prévenir d'un empêchement de dernière minute.

L'outil de rédaction des comptes-rendus est élaboré comme prévu. Nous aidons à la formulation de ses items, majoritairement sur la base des propositions des enseignants. Nous n'apportons en effet que 3 items sur les 10 qu'il contient et une de nos propositions n'est pas retenue. L'intérêt a priori de cet outil n'est pas évident pour M. $\mathcal{D}$ qui s'interroge en fin de réunion sur sa capacité à éviter des situations problématiques. Néanmoins, les enseignants se sont bien impliqués dans les échanges, en évoquant plusieurs fois très concrètement leur propre pratique. C'est donc une réification susceptible de favoriser l'activité de la CoP autour de son entreprise commune de deux façons : lors de son élaboration et lors de son utilisation, notamment de façon impromptue, par exemple lors d'une autre réunion. Si nous avons noté que des éléments de pratique sont partagés, l'intensité des échanges varie fortement selon les sujets, certains n'étant pas discutés malgré, selon nous, leur intérêt[78]. Tout en restant impliqué dans les échanges et dans le dispositif, M. $\mathcal{D}$ souligne la distance avec ses pratiques habituelles et ses contraintes principalement liées au temps et aux élèves. M^{me} $\mathcal{S}$ semble, elle, davantage motivée pour tirer un profit encore plus grand de ses premières expériences. Pour tous, l'expertise de l'enseignant et l'accumulation d'expériences est d'ailleurs un élément très important dans la gestion de telles séances. La préparation préalable est importante pour

[75] La réunion sera ensuite déplacée du 5 mai (II) au 10 juin (II).

[76] 3 comptes-rendus avaient été diffusés depuis la réunion R4-II et 6 depuis le début de l'année. Le dernier compte-rendu, rédigé par M. $\mathcal{H}$, sera envoyé le lendemain matin de la réunion.

[77] Ce résumé est reproduit page 378. Ayant pensé que l'envoi du courriel était suffisant dans un premier temps, l'outil de rédaction des comptes-rendus discuté a été mis en ligne sur le site Web en novembre (III), cf. page 356.

[78] Par exemple, le nombre de séances à consacrer à un problème.

M. $\mathcal{D}$ mais quelques interventions montrent que M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ préparent eux aussi soigneusement leurs séances. Cependant, M^{me} $\mathcal{S}$ pense que cela ne lui suffit pas, qu'elle peut penser à une option et pas à une autre, qu'il pourrait être intéressant d'ajouter des réactions d'élèves sur le site Web pour faciliter la validation de leurs propositions en cours de séance. M. $\mathcal{D}$ discute, lui, davantage d'une amélioration de la présentation des problèmes et des preuves. Des échanges nous permettent, avec M. $\mathcal{H}$, d'expliquer une partie de la preuve de *Plus grand produit* à M. $\mathcal{D}$. Ce dernier ne nous avait jamais sollicité pour avoir plus d'information à ce sujet. On peut aussi penser que ceci est lié à la diffusion par M. $\mathcal{H}$ de son compte-rendu du problème deux mois auparavant[79] d'autant plus qu'il est relativement structuré et précise plusieurs détails du déroulement dont les consignes et les réactions d'élèves. Quant à M. $\mathcal{H}$, le site Web lui convient. Il met l'accent sur la nécessaire pratique de chacun et sur la prise de risque. Par ailleurs, il est très volontaire pour présenter ce qu'il fait. On note par exemple qu'il envoie son compte-rendu le lendemain de la réunion en réponse à une sollicitation de M. $\mathcal{D}$ d'avoir un document de sa part[80]. Nous avons vu lors de la réunion R4-II, qu'il était moins sensible au fait que les élèves trouvent la solution même s'il admet qu'il leur facilite parfois la tâche plus ou moins implicitement et plus ou moins volontairement. De ce fait, on peut en déduire qu'il voit moins de problèmes de mise en oeuvre que M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{D}$ qui souhaitent, eux, voir les élèves « aboutir », même si leurs avis ne sont pas identiques sur ce sujet[81]. Cet aspect des activités de recherche est peu discuté dans cette réunion mais l'a déjà un peu été lors de la précédente (R4-II).

M. $\mathcal{D}$, puis M^{me} $\mathcal{S}$, apportent des nuances dans les conclusions de la réunion R4-II à propos de l'utilité des comptes-rendus. Pour M. $\mathcal{D}$, qui n'a rédigé aucun compte-rendu pendant l'expérimentation malgré une tentative, les comptes-rendus des autres sont un élément important de sa préparation[82]. Alors que M^{me} $\mathcal{S}$ indiquait ne s'y intéresser qu'après avoir elle-même mis en oeuvre l'activité, elle dit maintenant qu'elle les lit avant pour préparer, se rassurer et élaborer la formulation de l'énoncé.

Enfin, nous notons que M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$ proposent à la fois de rester impliqués dans la CoP et de la faire découvrir à deux autres collègues, ce qui, selon nous, témoigne du fait qu'ils lui donnent une valeur suffisante pour la faire partager à d'autres.

Dans la phase de fusion, cette réunion a donc un bilan positif puisque des aspects de la pratique des activités de recherche ont été au coeur des échanges, que les enseignants y ont participé au-delà d'une stricte réponse à notre demande en proposant des modifications, en proposant d'impliquer d'autres collègues. Des problèmes de pratique sont évoqués, certains reçoivent des éléments de réponse, d'autres non. Ils ne sont pas toujours discutés malgré leur intérêt. En tant que coordinateur, nous sommes sollicités plus ou moins implicitement pour apporter des réponses mais, la plupart du temps, ne voulant pas nous placer en tant qu'expert conformément à nos choix méthodologiques, nous renvoyons les enseignants au fonctionnement du dispositif et aux partages d'expérience. Des évolutions du site Web sont souhaitées par certains mais il n'y a pas de discussions et encore moins de consensus sur celles à retenir[83]. A posteriori, peut-être y a-t-il moyen d'assurer un rôle moins en

[79] Le 14 avril (II).

[80] Il est possible que le fait qu'ils se connaissent déjà un peu, puisque le dernier est venu travailler dans la classe du premier il y a plusieurs années, a pu jouer en faveur de cette proposition.

[81] Contrairement à M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{S}$ ne souhaite pas toujours aboutir à « la » solution du problème.

[82] Sans pouvoir en être sûr, il est aussi possible qu'il ne les lise pas tous (ex. *Golf* rédigé M^{me} $\mathcal{R}$) et notamment pour les problèmes qu'il trouve peu attrayants.

[83] À cet égard, il faut noter qu'il n'est pas facile d'avoir des commentaires concernant le site Web. Les enseignants ne répondent pas toujours à une sollicitation directe et ce n'est qu'au détour d'autres échanges qu'ils se prononcent sur

retrait dans cette réunion, autant en ce qui concerne la recherche de consensus qu'en ce qui concerne la recherche d'options concernant la gestion des activités RPP mais nous avons choisi de solliciter en premier lieu des échanges entre enseignants. Cette sollicitation prenant corps depuis deux réunions, nous pensions que la CoP émergente pouvait alors produire davantage de connaissance qu'elle ne l'avait fait jusque là, et qu'ensuite nous pourrions y intervenir plus directement, sans pour autant endosser un rôle d'expert qui aurait alors pu inhiber les dynamiques naissantes. Finalement, le fait que les enseignants acceptent de poursuivre dans des conditions similaires à celles du design initial confirment, selon nous, l'intérêt de cette approche et la valeur de la CoP à leurs yeux.

Réunion R6-III (17 novembre)

Cette réunion a pour objectif de relancer l'activité de la CoP au stade de fusion en début d'année III, notamment par l'arrivée de deux nouveaux enseignants, M. $\mathcal{O}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$, et par l'utilisation de l'outil de rédaction des comptes-rendus mis au point à la réunion précédente (R5-II). La réunion étant essentiellement centrée sur le contexte de la recherche et le design de l'expérimentation, notre analyse n'aborde pas la gestion des activités RPP en tant que telle. Les enseignants présents sont : M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{B}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$. Ils arrivent à des moments différents ce qui a pu avoir une influence sur leur participation[84].

La réunion permet de remplir les objectifs que nous lui avions fixés : présenter l'essentiel des modalités de l'expérimentation aux enseignants novices, permettre plus ou moins spontanément aux enseignants pionniers d'intervenir[85] et de donner leur avis sur les deux premières années. Sans rentrer dans les détails, les pionniers montrent aux novices qu'ils sont satisfaits de l'expérimentation. Les problèmes, dont quatre nouveaux, ne sont pas présentés afin de favoriser l'utilisation du site Web. On indique cependant que l'outil de rédaction des comptes-rendus est en ligne et que les nouveaux problèmes sont adaptés pour le double niveau CE1/CE2 de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$. Après les discussions autour de la forme du compte-rendu et des formats de fichier, nous proposons d'en rester pour l'instant à un compte-rendu rédigé dans le corps du message.

Réunion R7-III (12 janvier)

Cette réunion se situe en cours d'année à l'issue d'une série de mises en oeuvre de problèmes en décembre et début janvier. Suite à notre proposition, elle s'appuie en partie sur l'outil de rédaction des comptes-rendus mis au point lors de la réunion R5-II analysée plus haut, ce qui constitue, selon nous, en jeu pertinent sur la dimension *participation/réification*. Les échanges ont permis de brasser beaucoup d'idées, autant en ce qui concerne les activités de recherche que l'activité de la CoP. La réunion aborde les thèmes suivants : la durée et la préparation des séances, l'énoncé et la dévolution de problèmes, la gestion des débats et l'obtention de preuves par les élèves (potentiels de recherche et de débat), le réinvestissement de ce qui est vu dans les problèmes (potentiel didactique).

tel ou tel aspect. Le fait que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ n'ait pas regardé le site cette année-là y être peut-être aussi pour quelque chose. De même pour M. $\mathcal{D}$ qui n'a par exemple pas regardé les mises à jour de deux problèmes peu attrayants à ces yeux, *Piscine* et *Golf*.

[84] M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$ sont présents dès le début de la réunion. Les arrivées de M. $\mathcal{H}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{B}$ s'étalent respectivement 5', 20' et 21' après.

[85] Pour plus de détails, voir l'analyse qualitative des réunions à partir de la page 202, notamment la partie consacrée aux interventions autonomes. Pour autant, l'analyse qualitative montrera qu'ils participent encore davantage aux réunions de milieu d'expérimentation.

Diverses tensions dans la gestion des activités de recherche apparaissent. La durée à y consacrer en classe étant limitée, ce qui relève des composantes institutionnelle mais aussi sociale et personnelle car les enseignants du primaire ont une marge de manoeuvre assez souple, ceci oblige l'enseignant à intervenir s'il veut que les élèves puissent progresser suffisamment vers l'établissement de certaines vérités mathématiques. Il peut le faire au moment de la dévolution de l'énoncé, ou plus tard, et faciliter la compréhension du problème aux élèves. M. $\mathcal{H}$ indique que son avis a évolué avec le temps. D'une part, il aide maintenant davantage les élèves pour qu'ils comprennent rapidement de quoi est constitué le problème[86]. À l'inverse, M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$ y voient une amputation de la recherche. D'autre part et tout en y prêtant attention, il ne se formalise pas trop du langage utilisé étant donné qu'il distingue cet objectif de ceux principalement visés dans les activités de recherche. Même si M. $\mathcal{H}$ pense qu'il est trop « dirigiste » à nos yeux, ceci lui pose moins de problème qu'aux autres enseignants. Ainsi, le fait de faire comprendre aux élèves que, dans le problème *Plus grand produit*, une somme peut faire intervenir plus de deux termes revient à donner une démarche aux élèves pour M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$. D'une certaine manière, ceci est vrai mais il reste l'essentiel à faire, c'est à dire fixer la règle du jeu. En effet, ceci équivaut à négliger le potentiel de recherche, car il reste plusieurs règles à trouver, le potentiel de débat, car les exemples et contre-exemples permettront a priori plusieurs échanges de nature mathématique intéressants dans la dynamique de la séance, et le potentiel didactique de l'activité, du fait de l'intérêt spécifiques des exemples et contre-exemples. L'utilisation d'un énoncé écrit n'est pas vraiment discuté. Tout se passe un peu comme si les enseignants en passaient toujours d'abord par l'écrit alors que ce n'est pas toujours le cas (M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$). Le rôle des reformulations par les élèves et l'intérêt de partir d'exemples sont un peu mieux mis en valeur[87]. Nous soulignons seulement la nécessité de dépasser l'obstacle de la lecture.

L'enseignant doit aussi former des groupes. Dans la CoP, tous les enseignants n'ont pas la même vision de l'organisation du travail de groupe et de son intérêt. Plusieurs options sont évoquées : homogénéité/hétérogénéité en termes de niveaux d'enseignement ou de genre, support d'écriture individuel/collectif, rôle spécifique ou non dans le groupe (secrétaire), alternance de moments individuels et en groupes, déplacement des tables. La valeur de ces options ne sont pas ou peu discutées. L'enseignant doit intervenir pendant les échanges en classe entière pour l'exploitation des productions des élèves. Là aussi, des tensions existent : des niveaux de formulation et de compréhension hétérogènes, des élèves parfois peu intéressés. Des options sont proposées : laisser plus ou moins chaque élève avancer dans la recherche à son rythme et selon ses capacités, ne pas toujours s'appuyer sur les élèves ayant fini en premier, utiliser un support visuel, remettre à plus tard les explications des élèves, notamment si l'enseignant ne comprend pas.

Que faire alors pour améliorer la gestion de ces activités ? Nous avons vu que plusieurs options sont partagées au sein de la CoP mais que leur valeur est peu discutée, ce qui témoigne d'un manque d'outils didactiques pour l'évaluer. La répétition de ces activités d'une année à l'autre apparaît un peu comme la solution la plus évidente pour améliorer sa pratique. Au contraire de M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$, qui ont chacun mis en oeuvre au moins deux fois le même problème, ceci ne peut pas concerner M. $\mathcal{O}$ qui vient d'arriver dans la CoP[88]. Par ailleurs et en cohérence avec leur rôle respectif

[86]Même si M. $\mathcal{H}$ reste ouvert à d'autres options, il est plutôt partisan de faire en sorte que les élèves comprennent rapidement et il sollicite plusieurs moyens pour y arriver

[87]M^{me} $\mathcal{S}$ indique qu'elle n'y avait pas pensé.

[88]Cf. les tableaux de la section A.1 page 298 des annexes où sont indiqués les problèmes mis en oeuvre par chaque

de pionnier et de novice, on constate globalement que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$ sont davantage dans un rôle de proposition d'options alors que M. $\mathcal{O}$ reste d'abord dans un rôle de constat : élèves bien impliqués dans ces nouvelles activités, travaux de groupe sans dispute, ce qui est « *rarissime* » dans sa classe. Étant donné qu'il utilise ERMEL dans son enseignement, la position de M. $\mathcal{H}$ dans la CoP est différente de celle des autres enseignants. Sans avoir un rôle d'expert, sa participation ouvre de nouveaux horizons aux autres enseignants, tout en montrant qu'il existe des options sur lesquelles son avis a évolué. Il témoigne ainsi du fait qu'il existe des trajectoires pour améliorer sa gestion des activités RPP et que l'on ne peut en rester à certaines options si l'on veut y arriver. N'ayant pas de « preuve » de l'intérêt de ces options, il ne peut qu'en témoigner et souligner leur existence. Aux autres membres de s'en saisir. Ce sera par exemple le cas de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ qui trouve l'idée d'une feuille de groupe intéressante à reprendre pour gérer le travail de groupe avec *Triangles colorés*.

Concernant le design et l'activité de la CoP, les comptes-rendus apparaissent toujours difficiles à produire, même avec l'outil de rédaction élaboré lors de la réunion R5-II. Depuis le début de l'année, le seul compte-rendu diffusé est celui de M. $\mathcal{H}$, le matin même de la réunion ! M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ enverra le sien en fin d'après-midi. Leur intérêt diffère suivant les enseignants mais il existe toujours. Les réunions apparaissent comme un moyen complémentaire de partager les expériences. La compréhension de certains problèmes ou de leur preuve sur le site Web peut-être difficile au moins pour M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ souligne la tension entre la quantité d'information et leur liberté de choix dans la gestion des activités. Les *Commentaires*, introduits cette année suite à notre bilan de l'année précédente, paraissent intéressants pour les enseignants, ce qui tend à confirmer la pertinence de nos choix quant à leurs caractéristiques ergonomiques. Pour autant, le site Web ne se suffit pas à lui-même et les échanges permettent aussi d'y remédier par l'intervention des enseignants ou de nous-même. Finalement, les comptes-rendus, le site Web et les réunions n'ont ni la même utilité, ni la même utilisabilité, ni la même acceptabilité selon les enseignants mais ils leur paraissent complémentaires et intéressants. Au regard de cette analyse, on peut penser à améliorer le design, par exemple en améliorant le contenu ou la forme de certaines parties du site Web. Cependant, on constate une certaine efficacité de ce design, chaque élément favorisant la participation des membres, ce qui était l'objectif premier. D'un autre côté, on voit aussi que les échanges en matière de pratique, s'ils ne sont pas inexistants, restent encore limités. Selon nous, ceci tient à la fois au fait que, comme le note bien M. $\mathcal{H}$, il n'existe pas de « *vérité absolue* » en la matière, et aussi qu'il faut que la confiance se développe encore entre les membres de cette CoP en émergence. Notre méthodologie permet de conclure au partage de certaines options pour pratiquer des activités RPP mais ne permet pas de déceler ici des effets sur les pratiques effectives. À l'issue de cette réunion, nous n'avons pas élaboré de compte-rendu mais ceci aurait présenté l'intérêt de réifier un certain nombre d'options évoquées et peut-être facilité leur appropriation par les membres de la CoP. Ceci aurait aussi pu occasionner des discussions dans les échanges à venir. Ce n'est qu'à la lumière de l'analyse que nous en mesurons maintenant l'intérêt.

En conclusion, l'analyse qualitative de cette réunion, tant du point de vue des activités RPP que de l'activité de la CoP, met en évidence plusieurs éléments qui tendent à montrer une augmentation de la valeur de la CoP mais aussi un manque d'outils didactiques pour évaluer les différentes options partagées.

enseignant et les occurrences multiples d'un même problème pour chaque enseignant.

Réunion R8-III (31 mars)

Étant donné que la réunion R5-II avait permis l'élaboration d'un outil censé faciliter la rédaction des comptes-rendus et que seule M^{me} $\mathcal{G}$ avait rédigé deux comptes-rendus – diffusés en même temps le 16 mars –, nous avions projeté de rediscuter de l'opportunité des comptes-rendus avec l'ensemble des enseignants qui devaient tous être présents. Seuls M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{G}$ seront finalement présents à cette réunion qui suit une série d'observations.

On aborde plusieurs aspects relatifs aux activités RPP, que ce soit pour des problèmes particuliers ou en général : travail de groupe, gestion des mises en commun, objectifs. Le travail de groupe ou les mises en commun posent parfois des difficultés aux enseignants. M. $\mathcal{H}$ propose d'utiliser une chemise « travaux en cours » avec les élèves afin de limiter la pression pour finir la résolution d'un problème, M. $\mathcal{D}$ propose, lui, de remettre à plus tard la gestion des moments difficiles à gérer afin de prendre le temps de la réflexion. Les échanges à propos du travail de groupe concernent très majoritairement les facteurs contingents susceptibles d'influencer l'implication des élèves dans ce mode de travail et aucune technique n'est vraiment mise en avant pour réguler ce travail, à l'inverse de R7-III. M. $\mathcal{D}$ se limite habituellement à des groupes de 2, au lieu de 3 ou 4 pendant les observations. Concernant les objectifs des activités RPP, M. $\mathcal{D}$ est partiellement en désaccord avec M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{G}$, car il tient beaucoup à donner la solution en fin de séquence. Tout en acquiesçant à cette idée, M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{G}$ y voient cependant des inconvénients possibles ou minorent l'intérêt de cette pratique. On voit ici que CoP ne signifie pas forcément harmonie des pratiques ou des convictions. Pour autant, les échanges sont riches et complémentaires de ce qui figure sur le site Web. Ils peuvent par exemple permettre de convaincre certains de mettre en oeuvre des problèmes qui ne les tentaient pas auparavant. On voit en effet les traces de la promotion de trois problèmes par les membres de la CoP : *Piscine* et le problème des pièces extrait de ERMEL CM2 par M. $\mathcal{H}$ et celles de *Cordes* par M. $\mathcal{D}$. La promotion de *Piscine* par M. $\mathcal{H}$ et son compte-rendu semblent être des déclencheurs de la mise en oeuvre de *Piscine* par M. $\mathcal{D}$. Ce dernier voit maintenant mieux l'intérêt de ce problème dont ses élèves lui ont ensuite dit qu'ils l'avaient apprécié, même si c'était moins évident que pour *Tours*[89]. M. $\mathcal{H}$ propose un problème extrait du ERMEL CM2 qui déclenche, d'une part, l'intérêt de M. $\mathcal{D}$ et, d'autre part, une discussion sur la résolution du problème qui est proche de celle de *Golf*. Par ailleurs, les échanges montrent l'intérêt de fournir les preuves des problèmes proposés. On voit aussi M. $\mathcal{D}$ promouvoir *Cordes* et développer la dynamique de ce problème auprès de M^{me} $\mathcal{G}$. On peut imaginer que la liberté de penser de M. $\mathcal{D}$ par rapport aux objectifs de ces activités, le fait qu'il ait lui-même mis en oeuvre l'activité, l'existence de comptes-rendus – qui n'ont donc pas relevé d'impossibilités majeures, auquel cas, on les aurait raisonnablement évoquées – et son intérêt pour *Cordes* permettent à M^{me} $\mathcal{G}$ de donner du crédit au discours de M. $\mathcal{D}$ et expliquent en grande partie, selon nous, sa décision de le mettre en oeuvre ensuite[90]. Ceci illustre le processus de réification des comptes-rendus d'une part, et celui de chacun des problèmes d'autre part. Tout d'abord, les comptes-rendus, difficiles à rédiger, sont un support de l'activité de la CoP. Ils existent avec un rôle affiché : partager des éléments de pratique et engager des discussions à propos de la gestion des activités de recherche. Ils marquent des expériences mais ne sont pas seulement utiles pour eux-mêmes. L'existence de cette modalité d'activité de la CoP soutient certains échanges. Selon nous, ces témoignages d'expérience donnent en effet du crédit au discours des membres de la

[89] M. $\mathcal{H}$ pense que c'est parce que les élèves manipulent davantage.

[90] Le 10 mai.

CoP, ici M. $\mathcal{D}$ qui cherche à encourager M^{me} $\mathcal{G}$. Ils semblent parfois peu utilisés, mais nous considérons qu'ils restent en toile de fond des échanges. Par exemple, M^{me} $\mathcal{S}$ ne souhaite pas rédiger de nouveau compte-rendu mais propose tout de même d'étoffer l'outil de rédaction. C'est donc qu'il a une certaine valeur pour elle, même si ce n'est pas celle affichée explicitement. On peut considérer que cet outil a encore concentré ici un certain nombre de questions autour de la pratique, et qu'une partie de ces questions sont plus facilement appréhendables car elles ont déjà été formulées lors de la mise au point de l'outil. Cette réification de la CoP garde donc un certain intérêt même si elle a évolué par rapport à son statut initial. Notons que ces évolutions ne sont pas discutées au sein de la CoP. De plus, le discours des enseignants à propos de certains problèmes leur donne une valeur qui est propre à la CoP. Les problèmes sont maintenant constitués de leur énoncé ou d'une forme d'énoncé, du contenu du site Web, des comptes-rendus diffusés et des discours tenus à leur sujet par les membres de la CoP. Même s'il faut notamment tenir compte des présences et des absences des enseignants aux diverses réunions, chaque problème est devenu une réification propre à la CoP, réification évolutive et non exempte d'ambiguïté qui permet au problème d'être adopté ou non par les enseignants à un moment donné.

On constate encore ici que le site Web se révèle parfois insuffisant ou incomplet, notamment en ce qui concerne les preuves alors qu'elles intéressent les enseignants. Ceci confirme donc nos choix concernant la présence des preuves dans les ressources destinées aux enseignants. Malgré les défauts du site, la CoP ne cherche pas vraiment à le compléter, ce qui tend à confirmer nos choix globaux d'ergonomie de ces ressources. M^{me} $\mathcal{S}$ dit même qu'elle ne trouve pas cela intéressant étant donné qu'il y a déjà eu beaucoup d'idées apportées. Ceci est à souligner et renvoie au développement d'une CoP, particulièrement à la réorganisation de sa documentation qui n'est prévue qu'au stade de la maturation. Étant donné le volume d'information, qui plus est très hétérogène, à intégrer, les membres voient peut-être ici un danger de rendre le site Web inutilisable alors qu'il leur convient globalement en l'état. Sous l'impulsion principale de M^{me} $\mathcal{S}$ et de sa demande récurrente de disposer de davantage d'options, avec la prise en compte des dimensions *participation/réification* et *identification/négociabilité*, la prochaine réunion se limitera à travailler particulièrement un ou deux problèmes déjà expérimentés par tous afin d'explorer de manière plus exhaustive les options possibles de gestion. La programmation de cette réunion avant la prochaine série d'observations permet ici de voir un projet intéressant les enseignants.

Concernant l'impact de l'expérimentation, tous les enseignants soulignent au moins une évolution de leur pratique. Celle-ci peut-être surprenante comme celle de M. $\mathcal{D}$, qui traite des parties du programmes qu'ils ne traitaient pas auparavant mais qui ne pense pas avoir modifié sa façon de gérer la classe, ou bien plus prévisibles comme celles de M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{G}$ qui donnent davantage de temps à la résolution autonome des problèmes aux élèves. Notons au passage que, dans le discours des enseignants, les élèves semblent apprécier ce type d'activités et que M^{me} $\mathcal{G}$ souligne des changements d'attitude chez ses élèves dans des activités mathématiques plus traditionnelles. Ceci donne donc un crédit supplémentaire aux résultats similaires avancés avec prudence dans (Arsac et al. 1991)[91].

En conclusion, notre analyse qualitative montre que la valeur de la CoP semble augmenter. Les enseignants semblent davantage impliqués, ce que l'analyse quantitative devrait confirmer, des effets sur la pratique semblent plus évidents, notamment en termes de certains choix de problèmes que ce soit entre pionniers ou entre pionniers et novices, davantage d'illustrations sont données.

[91] Cf. notre analyse page 104.

Les enseignants prennent davantage d'initiatives dans les échanges et dans les choix de la CoP. On évoque aussi des effets au-delà des activités RPP : en EPS, nouvelles activités du programme maintenant abordées, effets sur l'activité des élèves dans d'autres type de situations mathématiques. Il faut aussi relativiser ces conclusions car on constate aussi que l'ensemble des enseignants n'est pas présent puisqu'il en manque deux sur six. On a aussi vu que les discussions sont parfois relativement réduites par rapport aux options de gestion mais nous l'avons déjà expliqué par le manque de référence scientifique sur leur pertinence, manque déjà relevé à la réunion précédente.

Réunion R9-III (3 mai)

L'objet de cette réunion a été décidé par la CoP lors de la précédente réunion. Il s'agissait, pour une première fois avant une période d'observations de classe, de discuter d'options possibles pour la gestion de certains moments plus ou moins difficiles à gérer en s'appuyant sur un ou deux problèmes que tous les enseignants avaient mis en oeuvre. Ces échanges étaient susceptibles de permettre de compléter le site Web avec des options que nous avions proposé de mettre en forme. À l'aide d'un courriel envoyé aux enseignants, nous avions notamment prévu d'aborder quatre points : la présentation des problèmes aux élèves, les objectifs possibles de ces activités, la gestion des mises en commun et des débats, notamment en classe entière, et la gestion des réponses pas toujours compréhensibles de certains élèves. Nous avions photocopié le courriel récapitulant « l'ordre du jour » ainsi qu'une version imprimée des pages du site Web concernant *Tours* et *Plus grand produit*, problèmes qui avaient été mis en oeuvre, l'un ou l'autre, par chaque enseignant. Tous les enseignants avaient prévu d'être là mais, finalement, seuls M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$ étaient présents, M. $\mathcal{D}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ étant absents.

L'objectif principal de partage d'options concernant la gestion des activités RPP a été atteint, comme en témoigne en partie la longueur du tableau E.14 page 427 récapitulant les aspects abordés, longueur par ailleurs sensiblement équivalente à celle du tableau E.10 page 410 de la réunion R7-III. En les comparant à celles des tableaux des autres réunions, ceci témoigne du fait que cette réunion a été parmi les plus riches au niveau des options évoquées pour la gestion des activités de recherche. Notre implication pour proposer des options n'est pas le seul élément explicatif car on a vu plusieurs enseignants faire des propositions variées. Cette réunion a ensuite abouti à la mise en ligne d'un outil spécifique sur le site Web juste avant les mises en oeuvre programmées. Seules M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ ont finalement consulté cet outil en ligne, chacune la veille au soir de mettre en oeuvre une activité de recherche dans leur classe[92], ce qui tend à montrer l'intérêt qu'elles portent a priori à cet outil même en ayant assisté à la réunion. Il s'agit vraisemblablement pour elles de tirer un profit substantiel dans leur pratique dès leur prochaine mise en oeuvre. C'est donc aussi un indice de la valeur qu'elles portent à la CoP. L'implication de chacun lors de la réunion constitue aussi un indice de la valeur substantielle donnée à la CoP. On voit ainsi M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ proposer plusieurs fois des techniques à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et prendre l'initiative de proposer d'exploiter les enregistrements. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ met au débat plusieurs questions qui lui tiennent à coeur et pour lesquelles elle attend des réponses, de nous-mêmes ou de la CoP. M. $\mathcal{H}$ est toujours aussi actif en donnant à la fois le fruit de son expérience et en évoquant le fait que son point de vue a évolué au fil des années. Il se retrouve ainsi parfois dans une certaine opposition de principe avec certains de ses collègues mais il répète qu'il

[92]Les consultations du site Web par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ figurent respectivement dans les tableaux D.1 page 382 et D.5 page 385.

n'existe pas de solution miracle et que les questions de gestions des activités sont ou semblent être relativement ouvertes pour lui. Quant à M. $\mathcal{O}$, il est relativement impliqué, notamment en insistant à deux moments distincts de la réunion sur le fait qu'il ne trouve pas de solution pour réduire son rôle de médiateur obligé avec ses élèves. Nous-même gardons un rôle de coordinateur assorti cette fois d'un rôle plus important consistant à proposer des options possibles de gestion en les commentant. Pour mémoire, ceci fait suite à une demande récurrente pendant l'expérimentation, notamment de M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{R}$, à laquelle nous n'avions pas donné suite jugeant qu'il ne fallait pas nous placer dans une place d'expert. Le déroulement de cette réunion tendrait à nous donner raison mais il est aussi possible qu'une contribution plus précoce aurait eu une efficacité similaire, voire supérieure car on aurait aussi plus facilement pu observer des effets dans les dernières observations ou retravailler la ressource mise en ligne. Cette réunion voit quelques échanges avoir lieu à propos du passage quasi obligatoire par la lecture des énoncés en classe de mathématiques au cycle 3, ceci malgré des pratiques observées différentes. Il semble que l'on puisse identifier cette obligation comme une composante sociale des enseignants que chacun d'entre eux aménage (composante personnelle) car (1) c'est un discours généralement récurrent chez les enseignants, (2) les activités de « résolution de problèmes » proposées dans les manuels sont principalement centrées sur la lecture, (3) M^{me} $\mathcal{G}$ nous signale à l'issue d'une observation de séance que les animations de circonscription sont souvent centrées sur cet aspect[93].

Les « éléments de débats possibles » ajoutés sur le site Web dès le début d'année (II) sont appréciés explicitement par M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$. Il faut remarquer que peu des éléments échangés sont spécifiques d'un problème particulier alors même que la base de la réunion était les deux problèmes *Tours* et *Plus grand produit*. La seule exception notable concerne la complexité de l'énoncé du *Plus grand produit* et l'utilisation d'exemples pour le présenter. La majorité des éléments échangés concernent, pour l'essentiel, les activités RPP en général et, pour une autre part, des pratiques pédagogiques qui ne sont pas spécifiques des mathématiques. Notre méthodologie ne permet pas bien d'en rendre compte mais il faut noter l'apport spécifique de M. $\mathcal{H}$, plus expérimenté, avec une référence épistémologique à la communauté scientifique et à la notion de contre-exemple.

En conclusion, aucun des participants à la réunion n'est à l'écart des échanges et chacun y participe pour contribuer activement à la valeur de cette réunion et donc à la valeur de la CoP, que ce soit en posant des questions ou en faisant des propositions.

5.3.3 Analyse quantitative des réunions R4-II à R9-III

Le tableau 5.17 page ci-contre récapitule les durées des réunions et les nombres d'interventions pour chacune des réunions R4-II à R9-III. Nous y avons aussi reporté le temps moyen d'intervention arrondi à la seconde la plus proche. Nous voyons ainsi que les réunions varient relativement peu que ce soit en durée, en moyenne un peu moins d'une heure (écart-type de 10'), ou en nombre d'interventions, en moyenne 468 interventions (écart-type de 84). Le temps moyen d'intervention varie peu, lui aussi, et est proche de 7".

La réunion R6-III est la plus courte et a aussi le moins grand nombre d'interventions[94]. Ceci est cohérent avec le fait que l'expérimentation est déjà lancée depuis deux ans, et que, lors de cette réunion de début d'année, seuls les deux nouveaux enseignants sur les six présents ont besoin d'ex-

[93] D'après notes informelles de l'observation du 28 février III.

[94] Les valeurs maximales (resp. minimales) sont signalées avec l'exposant ^{M} (resp. ^{m}).

plications approfondies. Les pionniers peuvent aussi participer à l'éclaircissement des explications par des compléments courts mais efficaces. Les trois réunions R7-III, R8-III et R9-III qui suivent sont, elles, les plus longues et il est intéressant de relier ce constat au fait que, d'une part, R7-III et R8-III sont des réunions d'échanges qui ont lieu en cours d'année, et que, d'autre part, la réunion R9-III a pour objet explicite de lister des options pour la gestion des activités RPP. Les échanges nécessitent d'être plus longs que pour d'autres réunions car davantage d'éléments de pratique sont partagés. La globalité des membres de la CoP savent pourquoi ils sont là et ils tirent profit des réunions en y participant activement, c'est une prise de conscience de la valeur de la CoP. Cependant, il faut aussi relativiser ce constat puisque les écarts entre R7-III et R8-III et R9-III sont d'environ 7' et que l'écart entre ces dernières et la suivante par ordre décroissant de durée, R5-III, ne s'en détache que de 10'.

Réunions	Durées	Nb d'interventions	Tps moyen d'intervention
R4-II	0h 50' 6" (3006")	414	7,3"
R5-II	0h 52' 55" (3175")	436	7,3"
R6-III	0h 41' 21" (2481")^{m}	392^{m}	6,3"^{m}
R7-III	1h 10' 27" (4227")^{M}	595^{M}	7,1"
R8-III	1h 2' 55" (3775")	552	6,8"
R9-III	1h 2' 57" (3777")	421	9,0"^{M}
Moyennes	*0h 56' 47" (3 407")*	*468*	*7"*
Écarts-types	*0h 10' 35" (635")*	*84*	*1"*

TAB. 5.17: Durées des réunions et nombres d'interventions.

Une analyse globale semblant donc insuffisante pour tirer des résultats clairs, il nous faut donc analyser plus en détails la participation des différents membres de la CoP.

Étude des variations des interventions en durée et en fréquence

Tout d'abord, il faut préciser que, pour la réunion R8-III, nous avons considéré que les arrivées de M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{G}$, respectivement 5' et 10' après le début de la réunion, soit une absence pendant 8% et 15% environ de la durée totale de la réunion, jouaient faiblement sur les différentes proportions. En effet, les pourcentages des durées et des nombres d'interventions limitées à la période durant laquelle l'ensemble des participants est présent ne varie que de 3 points au maximum et est proche de 1,5 point en moyenne par rapport aux données obtenues sans tenir compte de ce décalage dans l'arrivée des enseignants. De même, l'arrivée 20' après le début de la réunion R6-III de M^{me} $\mathcal{R}$ et M^{me} $\mathcal{B}$, soit à près de la moitié de sa durée totale, joue peu sur la répartition des interventions étant donné, comme nous allons le voir, le caractère prédominant de nos interventions pendant cette réunion. D'autre part, dans l'analyse des réunions R4-II à R9-II, les pourcentages de temps d'interventions sont exprimés par rapport au temps total de l'ensemble des interventions considérées, c'est à dire sans compter les temps de silence supérieur à deux secondes ou d'autres moments que nous n'avons pas retenu comme temps d'intervention d'un membre de la CoP tels des bruits, des apartés n'ayant pas ou peu de rapport avec la discussion en cours, etc. L'arrondi des pourcentages au point entier le plus proche pour les durées d'intervention correspond à environ 30 à 40" d'intervention selon les réunions soit un peu plus d'une demi-minute. En considérant la durée totale des réunions qui est généralement d'une heure environ, cet arrondi nous a paru raisonnable pour mener les analyses. De même, l'arrondi à l'entier le plus proche pour les pourcentages du nombre d'interventions semble, lui aussi, raisonnable, un point correspondant approximativement à 4, 5 ou 6 interventions selon la réunion considérée. Enfin, pour des raisons de lisibilité des graphiques et des tableaux, nous avons seulement indiqué l'initiale de chaque membre. Ainsi, « S » désigne M^{me} $\mathcal{S}$. De plus, nous présentons toujours les données des membres de la CoP dans le même ordre : JPG, M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{R}$, M^{me} $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{M}$, M^{me} $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{O}$[95].

Réunions	J	S	H	D	R	B	G	O
R4-II	29	21	42^M	-	8^m	-	.	.
R5-II	42^M	12	20	26	-	-	.	.
R6-III	71^M	5	11	-	2^m	5	2^m	3
R7-III	24	18	26^M	21	-	.	-	12^m
R8-III	28^M	17	25	22	-	.	8^m	-
R9-III	54^M	9	22	-	-	.	9	7^m

TAB. 5.18: Durées des interventions lors des 6 dernières réunions (en pourcentage).

Réunions	J	S	H	D	R	B	G	O
R4II (3/6)	29^M	20^m	29^M	-	23	-	.	.
R5II (3/6)	35^M	17	16^m	31	-	-	.	.
R6III (6/7)	41^M	10	17	-	7	12	6^m	7
R7III (4/6)	28^M	19	18	21	-	.	-	14^m
R8III (4/6)	26^M	20	16	22	-	.	15^m	-
R9III (4/6)	38^M	17	17	-	-	.	17	11^m

TAB. 5.19: Fréquences des interventions lors des 6 dernières réunions (en pourcentage).

Pour commencer notre analyse des variations des interventions des divers participants, considérons les durées d'interventions en pourcentage du temps total d'intervention dans le tableau 5.18. Les exposants ^{M} (resp. ^{m}) y signalent les valeurs maximales (resp. minimales) pour une réunion donnée. Nos interventions varient selon les réunions mais sont prépondérantes pour une majorité d'entre elles. Les réunions R4-II et R7-II sont des exceptions qui s'expliquent par le fait qu'elles ont lieu en cours d'année, c'est à dire ni au début ni en fin d'année. Ceci semble cohérent avec le rôle d'un coordinateur qui doit prendre la parole de façon plus prévisible et conséquente lors des réunions de début d'année, pour reformuler et lancer des échanges, et de fin d'année, pour favoriser un bilan de l'activité de la CoP. Les durées d'intervention minimales sont celles de M^{me} $\mathcal{R}$ (2/6 des réunions) ou bien celles des enseignants novices : M^{me} $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$ (pour 4/6 des réunions). Concer-

[95]En premier figurent les membres les plus présents aux réunions : nous-même, M^{me} $\mathcal{S}$ puisque nous étudions plus particulièrement ses données concernant les mises en oeuvre, M. $\mathcal{H}$ étant donné sa forte participation lors des réunions. Suivent M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{R}$; puis M^{me} $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{M}$, qui ont pas ou peu participé aux réunions ; et enfin, les deux enseignants arrivés la dernière année : M^{me} $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$.

Profil	Enseignants
Participent le plus	M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$
Participent le moins	M^{me} $\mathcal{R}$, M^{me} $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$

TAB. 5.20: Premiers profils quantitatifs de participation.

nant les fréquences des interventions reportées dans le tableau 5.19 page ci-contre, nous constatons cette fois que nos interventions correspondent toujours aux valeurs maximales. Nos interventions en tant que coordinateur sont donc toujours les plus fréquentes et souvent les plus longues, ce qui semble toujours cohérent avec le rôle d'un coordinateur. Notamment dans la phase de fusion d'une CoP, il est censé favoriser et soutenir les échanges, ce qui fait qu'il est susceptible d'intervenir fréquemment même si ce n'est pas longtemps, ce que traduisent les données recueillies.

En classant, pour chaque réunion, les enseignants par ordre décroissant de durée ou de fréquence d'intervention, on trouve que M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$ sont toujours dans le trio de tête. On peut aussi le constater sur chaque graphique de la figure 5.5 page 208 en repérant chacun de ces trois enseignants. Bien sûr, le nombre réduit d'enseignants influe très fortement sur ce résultat mais il nous permet d'établir deux profils quantitatifs de participation aux réunions qui sont représentés dans le tableau 5.20 : d'un côté, le profil de ceux qui interviennent le plus, et de l'autre ceux qui interviennent le moins[96]. Ces profils seront affinés plus loin avec l'étude des interventions autonomes.

Poursuivons notre analyse à l'aide des graphiques des figures 5.3 page suivante et 5.5 page 208 construits à partir des tableaux précédents. Ils représentent la répartition des interventions pour chaque réunion, ce qui permet de les comparer de manière plus globale. La figure 5.3 permet de comparer graphiquement la participation de chacun en termes de durée d'intervention à chaque réunion. Chaque graphique de la figure 5.5 correspond à une réunion et représente la place de chacun en termes de durée selon l'axe des abscisses, et de fréquence d'intervention selon l'axe des ordonnées. Grâce à ces graphiques, on peut mieux observer que les réunions qui ont lieu en cours d'année : R4-II, R7-III et R8-III, ont un profil similaire. Comparées aux autres réunions, nos interventions y sont plus proches de celles des enseignants. Grâce aux graphiques de la page 206 et en considérant que M. $\mathcal{H}$ a cédé de son temps de parole pour permettre à M. $\mathcal{D}$ d'intervenir quand il est présent, on voit que les interventions des enseignants qui parlent le plus longtemps sont assez similaires entre elles. On voit aussi les interventions de M^{me} $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{O}$ et M^{me} $\mathcal{G}$, elles aussi, sont relativement équivalentes. Il y a donc une certaine homogénéité au sein de chaque profil de participation aux réunions.

Concernant les autres réunions, c'est à dire celles où nous intervenons le plus longtemps : R5-II, R6-III et R9-III, on trouve sur les graphiques des figures de la page 206 des profils plus distincts les uns des autres, que ce soit en termes de durée ou de fréquence d'interventions. Cependant, on voit aussi que la place des enseignants est plus grande lors des réunions de fin d'année, R5-II et R9-III, qu'en début d'année (R6-III). Ce sont aussi les réunions où l'objet est de construire un outil : outil de rédaction de comptes-rendus pour R5-II, propositions pratiques pour R9-III. Pour interpréter le profil particulier de R6-III, il faut rappeler que cette réunion regroupe six enseignants au lieu de trois ou quatre pour les autres, que c'est une réunion de début d'année censée relancer l'activité de la CoP avec deux nouveaux enseignants et que notre rôle est donc plus important qu'aux autres réunions.

[96] M^{me} $\mathcal{B}$ constituant un cas singulier puisqu'elle n'a participé qu'à une seule réunion.

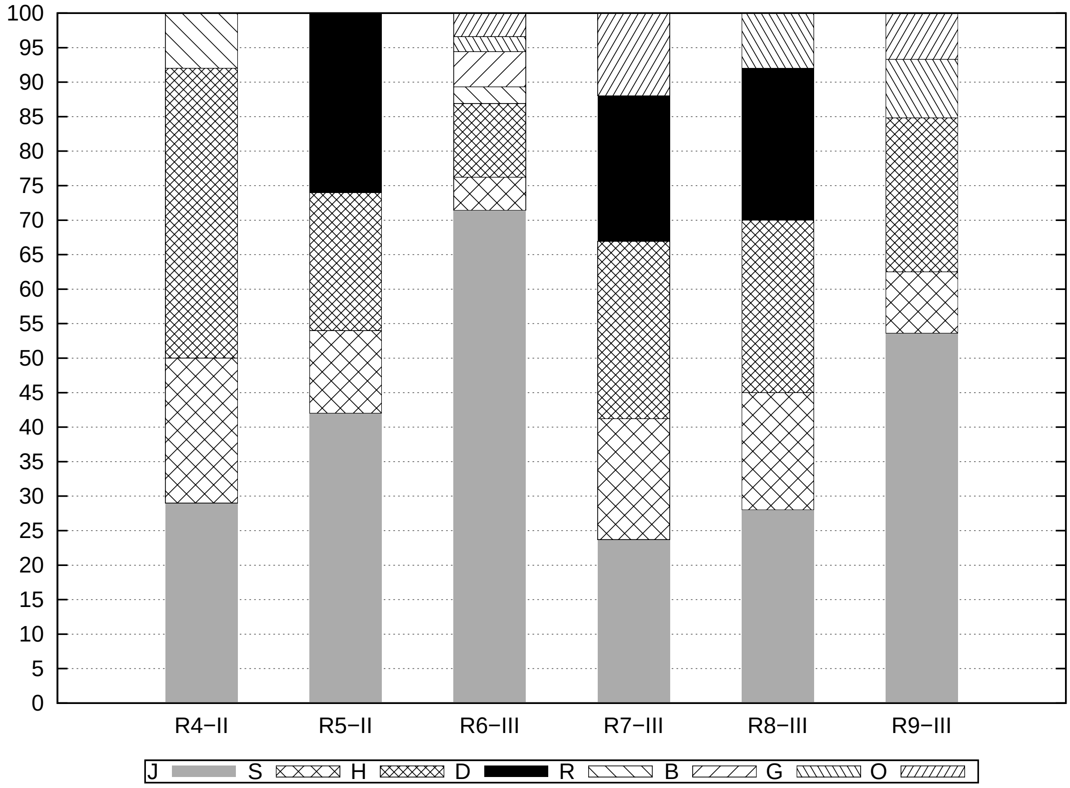


FIG. 5.3: Durées des interventions des participants aux 6 dernières réunions (en pourcentage).

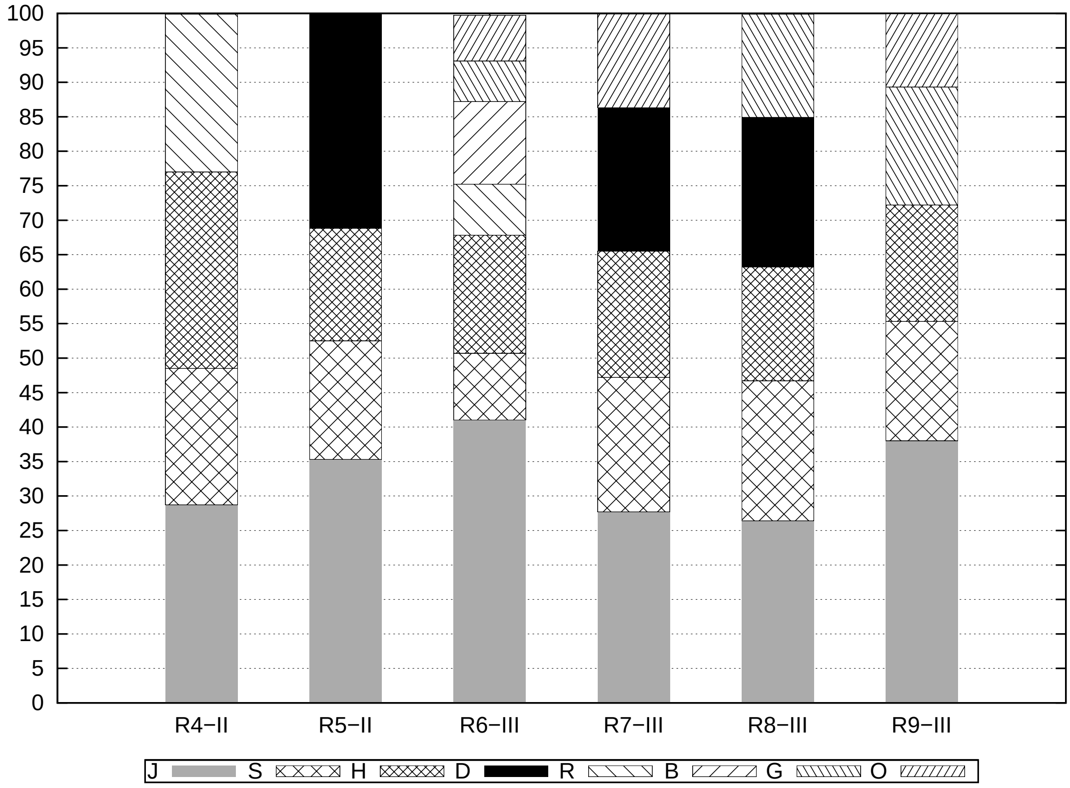


FIG. 5.4: Fréquences des interventions des participants aux 6 dernières réunions.

Les enseignants y interviennent donc logiquement moins longtemps. Par contre, ils interviennent relativement fréquemment, ce qui tend à confirmer notre hypothèse faite dans l'analyse qualitative de cette réunion sur l'implication des enseignants dans la réunion[97].

Finalement, on retient donc qu'il y a une plus grande participation des enseignants lors des réunions de milieu d'expérimentation entre les années II et III. Ce n'est pas le cas si on compare les réunions de fin d'année. Cependant, on peut l'expliquer avec l'aide du graphique de la figure 5.3 page ci-contre. En comparant R5-II et R9-III, la durée de nos interventions en R9-III pourrait s'interpréter comme la somme de la durée de nos interventions en R5-II et de la durée des interventions d'un autre enseignant. Or, nous avons vu lors de nos analyses qualitatives que nous avons un rôle de contributeur en R9-III qui n'existait pas auparavant. Ainsi, on ne pourrait donc pas conclure que le rôle des enseignants a diminué dans les réunions de fin d'année, il aurait tout au plus stagné.

Étude des variations des interventions autonomes en durée et en nombre

Les tableaux 5.22 page 209 et 5.23 page 209 donnent les pourcentages des durées et des nombres d'interventions autonomes[98] relatifs à chaque enseignant. Par exemple, le tableau 5.22 indique que 67% de la durée des interventions de M^me^ $\mathcal{S}$ lors de la réunion R4-II sont autonomes. Les tableaux donnent aussi pour chaque réunion, le pourcentage du total des interventions autonomes par rapport au total des interventions. Par exemple, le même tableau indique que 10% des interventions des enseignants en durée sont autonomes lors de la réunion R6-III. Les exposants ^{M} (resp. ^{m}) signalent les valeurs maximales pour la colonne, c'est à dire pour un enseignant donné ou bien pour le total des interventions.

Les valeurs les plus hautes des durées et des nombres d'interventions autonomes, que ce soit pour les totaux ou pour chaque enseignant pris individuellement, correspondent très majoritairement à R4-II, R7-III et R8-III. Nous avons déjà repérées ces réunions qui ont lieu en cours d'année à la section précédente. Ce sont des réunions d'échanges où nos interventions y laissent le plus de place aux enseignants, en durée et en fréquence d'interventions. Ceci montre donc que, non seulement les enseignants interviennent davantage dans les réunions R4-II, R7-III et R8-III mais aussi qu'ils le font de façon plus autonome. De plus, on constate au long de ces trois réunions que le pourcentage de la durée totale des interventions autonomes décroît, plus ou moins, avec le temps alors que la fréquence de ces interventions croît. Les interventions autonomes sont donc, certes moins longues, mais aussi plus nombreuses. On a déjà vu que notre poids dans les interactions est quantitativement plus faible dans ces réunions, on peut donc interpréter ce dernier résultat comme un indice d'une meilleure interaction entre les membres pendant ces réunions.

Enfin, l'analyse des deux tableaux 5.22 et 5.23 page 209 permet aussi de voir que M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$ se distinguent de M^me^ $\mathcal{S}$ par leur taux d'interventions autonomes globalement supérieurs pendant les réunions R4-II, R7-III et R8-III. De même, M^me^ $\mathcal{G}$ se distingue de M^me^ $\mathcal{R}$ et M. $\mathcal{O}$ par une forte autonomie à la réunion R8-III en durée et en nombre d'interventions. Ceci nous permet d'affiner en partie le profil de participation des enseignants, ce que récapitule le tableau 5.21 page 209.

[97]Cf. la section 5.3.2 page 196 et aussi le début de notre analyse quantitative page 203.
[98]Pour des précisions concernant la définition des interventions autonomes, cf. page 70.

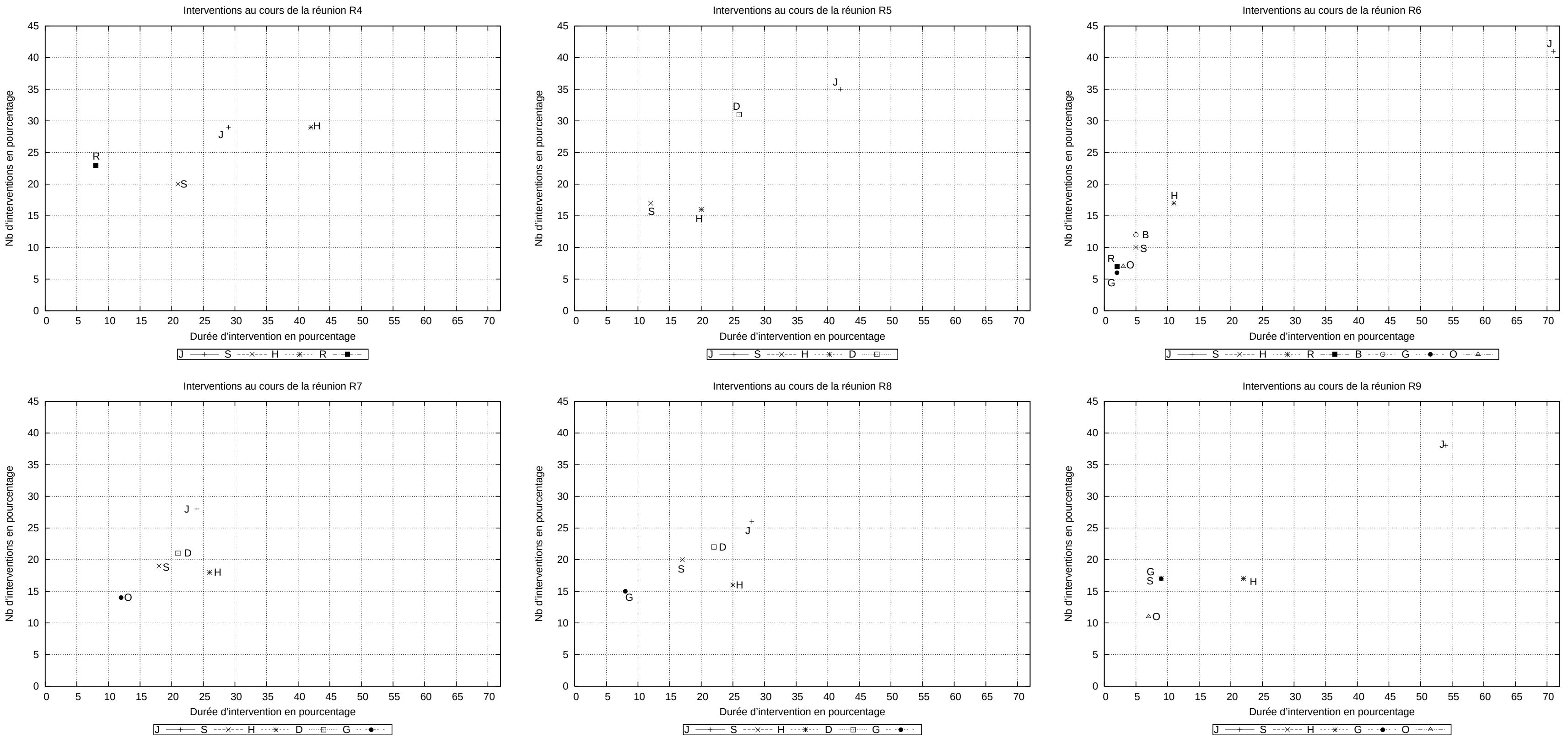


FIG. 5.5: Interventions en durée et nombre lors des 6 dernières réunions (en pourcentage).

Profil	Enseignants
Participent le plus avec une forte autonomie	M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$
Participent le plus avec une autonomie moyenne	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
Participent le moins avec une bonne autonomie	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$
Participent le moins avec une autonomie moyenne	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{O}$

TAB. 5.21: Profils quantitatif de participation aux réunions

Réunions	S	H	D	R	B	G	O	*Total*
R4-II (3/6)	67^M	76^M	-	55^m	-	.	.	50^M
R5-II (3/6)	45	50	45^m	-	-	.	.	*27*
R6-III (6/7)	24	33^m	-	63^M	46	22^m	35^m	10^m
R7-III (4/6)	48	72	77^M	-	.	-	46^M	*49*
R8-III (4/6)	42	56	63	-	.	65^M	-	*40*
R9-III (4/6)	22^m	35	-	-	.	38	41	*16*

TAB. 5.22: Durée des interventions autonomes lors des 6 dernières réunions en pourcentage du total des interventions du sujet et durée totale des interventions autonomes en pourcentage de la durée totale des interventions.

Réunions	S	H	D	R	B	G	O	*Total*
R4-II (3/6)	54^M	69	-	53^m	-	.	.	*42*
R5-II (3/6)	51	55	48^m	-	-	.	.	*33*
R6-III (6/7)	37	28^m	-	55^M	40	39^m	35^m	22^m
R7-III (4/6)	50	72^M	76^M	-	.	-	57^M	*47*
R8-III (4/6)	53	68	68	-	.	72^M	-	48^M
R9-III (4/6)	27^m	41	-	-	.	42	44	*24*

TAB. 5.23: Nombre des interventions autonomes lors des 6 dernières réunions en pourcentage du total des interventions du sujet et nombre total des interventions en pourcentage du nombre total des interventions.

5.3.4 Conclusion de l'analyse des réunions

L'étude des réunions a consisté en une analyse qualitative de l'ensemble des réunions et en une analyse quantitative des six dernières.

L'analyse qualitative montre tout d'abord une évolution dans leur déroulement et leurs objets que le tableau 5.14 page 189 fait déjà sentir. Elle a aussi pu en partie rendre compte du fonctionnement de la CoP, de la gestion de l'espace de liberté des enseignants tant au niveau de leur pratique des activités RPP qu'au niveau de leur place dans la CoP. Cette variété illustre largement l'ensemble des dimensions récapitulées dans notre outil de réflexion pour l'émergence et la coordination d'une

CoP [99]. Par exemple, les dimensions *Participation/réification* et *Identification/négociabilité* sont parmi les plus sollicitées au travers des comptes-rendus, du site Web et de la gestion même des problèmes, ces éléments apparaissant comme des réifications permettant de favoriser et de concrétiser au mieux la participation des enseignants. Nous utilisons fréquemment la dimension *Focus sur valeur* en demandant si les enseignants sont satisfaits du fonctionnement du dispositif ou, plus ou moins ouvertement, en mettant en exergue ses apports. Dans une moindre mesure, la dimension *Degré de participation* est prise en compte puisque l'on voit que la CoP peut bien évoluer alors que l'ensemble des enseignants n'est jamais présent ou que la présence de plusieurs d'entre eux varie autour d'un noyau plus actif encore mieux identifié par l'analyse quantitative. Des comptes-rendus de réunions réalisés afin de tenir les absents relativement informés participent aussi de cette dimension. Nous ne l'avons pas toujours rapporté dans notre analyse qualitative mais on voit, notamment sous forme d'apartés plus ou moins longs, l'existence d'espaces privées se développer au cours de certaines réunions, ce qui contribue aussi à augmenter l'activité et la valeur de la CoP par le biais de la dimension *Espaces public/privé*. Enfin, les dimensions *Familier/exceptionnel* et *Rythme* sont illustrées par la place des réunions : en début, en milieu ou en fin d'année, avant ou après des observations, par la place donnée aux enseignants, par les réifications du design supportant ces réunions.

Pour l'essentiel, même si l'analyse a montré une transmission d'un nombre décroissant de comptes-rendus au cours de l'expérimentation et des manques concernant le contenu et la forme du site Web, nos choix concernant le design ne sont pas remis en question. La seule exception concerne probablement notre contribution à la recherche d'options par les enseignants. Ne voulant pas nous placer dans un rôle d'expert, nous avons choisi de n'y contribuer de manière plus conséquente qu'une seule fois, lors de R9-III, après que les enseignants nous aient semblé suffisamment impliqués dans les réunions, notamment en proposant eux-mêmes des options, souvent suite à nos sollicitations. Il est possible que ce changement d'attitude aurait pu avoir lieu plus tôt mais nous voulions d'abord assurer une certaine logique dans le déroulement de ces réunions : constatation des manques du site Web, recherche d'information complémentaires entre pairs et mise en confiance des différents membres, construction de nouveaux outils visant à répondre aux manques constatés. Finalement, nous nous apercevons que, nonobstant notre rôle de concepteur des ressources, notre rôle de coordonnateur a essentiellement consisté à agir sur le fonctionnement de la CoP sauf sur des aspects didactiques. Notre rôle de courtier nous y invitait pourtant.

Concernant la pratique d'activité RPP, nous avons constaté des évolutions vers une participation généralement plus grande des enseignants en termes d'options proposées pour gérer ces activités. Il y a donc naissance d'un répertoire partagé au sein de la CoP. Cette participation est clairement confirmée lors des réunions de milieu d'année par l'analyse quantitative. Nous retenons aussi que la valeur de la plupart des options n'est généralement pas discutée, ce que nous attribuons, d'une part, à des manques de résultats scientifiques concernant leur pertinence, et, d'autre part, à notre rôle de courtier trop limité. On peut aussi tenter de l'expliquer par un élément de la composante sociale de la pratique des enseignants : lors des échanges et quand il y a contradiction entre des positions, soit le débat s'éteint de lui-même sans plus d'explicitation devant la première esquisse de contradiction, soit les enseignants relativisent leur discours, ce qui réduit les oppositions et éteint le débat naissant. Le fait que nous proposions certaines options n'implique pas davantage qu'elles soient adoptées ou discutées. Enfin, des divergences peuvent aussi parfois apparaître, par exemple

[99]Cf. tableau 3.1 page 53.

concernant l'utilisation d'un énoncé écrit pour présenter un problème en cycle 3 ou l'importance d'aboutir à la solution dans une séance.

En ce qui concerne la participation de chaque enseignant, les analyses qualitative et l'identification des profils de participation font d'abord ressortir celles de M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{S}$. M. $\mathcal{H}$ propose assez facilement plusieurs options de sa pratique et fait régulièrement part de ses questionnements et des évolutions ressenties dans sa pratique des activités RPP, qu'elles soient proposées par ERMEL ou par nous. Quoiqu'épisodique, la participation de M. $\mathcal{D}$ est notable à chaque réunion. Il illustre à la fois son intérêt pour la CoP : apport des comptes-rendus des autres enseignants pour ses préparations, compréhension des preuves des problèmes, présentation des problèmes, intérêt des *éléments de débats* sur le site Web, en même temps que la limite d'influence de la CoP sur sa pratique : gestion des mises en commun et rédaction de se propres comptes-rendus notamment. M^{me} $\mathcal{S}$ est, elle aussi, très impliquée mais d'une manière différente de M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$. Tout en reconnaissant l'intérêt des différents éléments du design, sa participation prend davantage la forme de questionnements, questionnements qui ne sont pas toujours suivis de réponses, même lorsqu'ils sont explicitement exposés lors des réunions, que ce soit par les enseignants présents ou par nous. Alors qu'elle aurait pu ressentir une lassitude la poussant à cesser son engagement direct dans la CoP, elle persiste à participer aux réunions. Un peu dans la même situation de questionnement récurrent, M^{me} $\mathcal{R}$ se situe dans un profil différent. Elle participe de moins en moins souvent aux réunions et de manière moins importante. Ses contributions semblent davantage tournées vers des questions que vers des propositions. Quant à la participation des deux novices arrivés l'année III, nous avons vu qu'elle diffère, qualitativement et quantitativement. Alors que M. $\mathcal{O}$ reste plutôt dans une position de constat d'intérêt pour les activités RPP proposées, pour lui et pour ses élèves, et dans des questionnements, M^{me} $\mathcal{G}$ est aussi une force de proposition : propositions d'options de gestion, influence sur les choix de problèmes mais aussi propositions d'utilisation des enregistrements lors des réunions. L'analyse qualitative permet donc d'affiner encore un peu les profils déjà élaborés à l'issue de l'analyse quantitative. Nous les récapitulons dans le tableau 5.24.

Profils	Ens.	Commentaires
Participent le plus, forte autonomie	M. $\mathcal{H}$	Multiples options proposées, grande ouverture et évolutions des points de vue, accueil des novices
	M. $\mathcal{D}$	Très explicite dans son intérêt pour la CoP et en ce qui concerne l'influence limitée sur certains aspects de sa pratique, accueil des novices
Participent le plus, autonomie moyenne	M^{me} $\mathcal{S}$	Questionnements récurrents
Participent le moins, bonne autonomie	M^{me} $\mathcal{G}$	Propositions d'options et d'évolutions du design
Participent le moins, autonomie moyenne	M^{me} $\mathcal{R}$	Vers une moindre participation aux réunions, s'intéresse à ERMEL
	M. $\mathcal{O}$	Constats et questions prédominants

TAB. 5.24: Profils complets de participation aux réunions

5.4 La coordination de la CoP

Dans la présentation de notre cadrage théorique au chapitre 2 et dans celle de notre méthodologie au chapitre 3, nous avons évoqué plusieurs éléments concernant la coordination d'une CoP. Nous allons les rappeler brièvement ici avant de donner une analyse de notre rôle effectif.

Des travaux de Wenger, nous avons retenu qu'il s'agit d'accompagner et de coordonner une CoP et non de la diriger. Le coordinateur ne doit pas jouer le rôle d'un expert du domaine de pratique de la CoP bien qu'il doive aussi avoir une compétence dans ce domaine. Il doit être une sorte de catalyseur qui favorise l'activité de la CoP. Plusieurs dimensions et plusieurs concepts sont proposés pour construire et guider son action. Nous en avons rassemblés certains dans le tableau 3.1 page 53, ce qui nous a permis de les parcourir pour construire et analyser le dispositif et ses potentialités avec l'objectif de permettre l'émergence d'une CoP d'enseignants et de favoriser son activité. L'analyse du design initial à la section 3.1.2 page 52 a notamment bien mis en évidence le rôle du coordinateur au moment de sa mise au point. Nous avons aussi précisé son rôle de « catalyseur de confiance », confiance qu'il est important de favoriser pour permettre l'activité de la CoP, notamment pendant les stades de d'incubation et de fusion. L'enthousiasme du coordinateur a probablement aussi un rôle important à jouer mais nous n'avons pas cherché à l'étudier ici.

Présentons maintenant l'analyse de notre rôle de coordinateur dans le déroulement de l'expérimentation. L'analyse des réunions en a déjà mis en évidence certains aspects. Pour éviter de revenir sur plusieurs éléments déjà évoqués précédemment, nous allons centrer l'analyse de notre rôle de coordination sur deux éléments : l'accueil réservé à notre proposition de travail par les enseignants dans les écoles contactées et certains aspects de notre rôle pendant le déroulement des réunions que nous illustrerons à l'aide d'extraits de la transcription des réunions R4-II et R9-III.

Le premier élément d'analyse est susceptible de montrer l'intérêt de notre approche. Il est constitué par les taux de réponses positives à la suite des courriers envoyés dans les écoles pour créer la CoP. Ils sont de 4/22 pour les enseignants contactés par courrier postal (soit 18,2%) et de 4/23 pour les enseignants contactés par courrier électronique (soit 17,4%). Pour apprécier au mieux ces taux, il faut rappeler que les contraintes pesant sur les enseignants étaient relativement fortes : usage d'Internet nécessaire alors qu'il peine encore à se répandre dans l'enseignement primaire au début de l'expérimentation, gestion d'activités complexes et qui ne sont pas répandues dans les pratiques traditionnelles, proximité de la fin de l'année occasionnant des contraintes supplémentaires[100], activité professionnelle volontaire et bénévole hors du cadre institutionnel, importance du facteur « temps » dans les pratiques enseignantes, enregistrement vidéo et observation directe de séances en classe et enfin, pour quatre enseignants, absence de contact en présentiel avant la première observation[101]. Nous concluons donc que le design initial de notre expérimentation était bien adapté pour le stade d'incubation.

Le deuxième élément d'analyse est une illustration de notre rôle de soutien de l'activité de la CoP tout au long de l'expérimentation et principalement lors des réunions. Il s'agissait, d'une part, de rappeler l'entreprise commune de la CoP, l'organisation du dispositif et sa relative souplesse, d'autre part, d'animer les réunions, et particulièrement celles qui ont permis aux enseignants d'échanger sur leurs pratiques alors même que les échanges spontanés étaient rares.

[100] Nous avons déjà noté page 56 que ceci était de nature à remettre en cause le sérieux de notre travail auprès des enseignants.

[101] Il s'agit de M^me^ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{M}$.

Prenons un extrait de la réunion R4-II pour illustrer nos rappels de l'entreprise commune de la CoP. L'épisode fait suite à une sollicitation un peu insistante des enseignants en début de réunion pour que nous donnions notre avis sur leur pratique de classe et son évolution.

– *0h5'21" JPG : Là, vous voulez que je vous donne mon avis.*
– *0h5'23" M^{me} $\mathcal{S}$: Oui.*
– *0h5'23" JPG : Non, mais... [inaudible] c'est difficile.*
– *0h5'25" M. $\mathcal{H}$: [inaudible]*
– *0h5'26" M^{me} $\mathcal{S}$: Oui, mais bon...*
– *0h5'26" JPG : Ah oui, des remarques. Là, on sort du cadre de ce que je veux faire. Je préférerais...*
– *0h5'32" M. $\mathcal{H}$: OK, non non mais...*
– *0h5'33" JPG : Ce n'est pas que je ne veux pas dire mon avis parce que, quelque part, comme je suis à l'IUFM, j'ai un peu un statut « d'expert » mais, ici, je ne suis pas trop là en tant qu'expert, ni IUFM ou formateur, même si c'est vrai que j'ai cette casquette qui traîne par derrière. En fait, c'est plus vous, je regarde davantage comment vous, vous travaillez comment vous, vous voyez les choses... parce justement ma façon de... dans ma recherche c'est... ben, je vous l'ai déjà dit mais c'est bon de le redire, c'est que... bon... les enseignants, en général, ne font pas de problèmes, de ce type là j'entends. Alors maintenant, les questions que les chercheurs se posent, et pas seulement moi, c'est peut-être que ce n'est pas si évident de le faire et puis c'est peut-être que, dans leur pratique, il y a d'autres choses qui jouent, qui empêchent ou qui ne facilitent pas ou... enfin bon... on ne sait pas trop pourquoi. On pourrait bien dire, faire un cours, une formation sur... voilà, il faut faire comme ci, comme ça et puis vous, vous faites pareil et ça a déjà été fait et finalement dans les... dans ce qu'on observe en général, ça ne change pas tant que ça. Donc finalement, c'est peut-être que les chercheurs ont des choses à comprendre... pour mieux cerner...*

Dans cet extrait, nous rappelons le contexte du dispositif et le fait qu'il n'est pas celui d'une formation traditionnelle. De façon explicite, nous ne nous positionnons pas en tant qu'expert dans la CoP, ou bien alors avec une expertise limitée. Nous sollicitons à nouveau l'implication des enseignants dans la réunion en nous appuyant sur les limites inhérentes aux observations au cours d'une année complète. Ce rappel de l'entreprise commune et du cadre initial s'articule avec notre insistance régulière sur la relative souplesse et les possibilités de négociation du dispositif. Par exemple, les comptes-rendus ont toujours été une modalité régulièrement travaillée lors des réunions et, parfois même, remise en question par des enseignants. On voit concrètement que la coordination d'une CoP consiste à maintenir une sorte d'équilibre alternant rappels des éléments les plus directement négociables et rappels du cadre initial qui, tout en restant lui aussi négociable, est censé permettre à chacun de retrouver ce qui a été explicitement présenté au moment du stade d'incubation et qui est donc censé constituer un relatif consensus. C'est un jeu de coordination autour des dimensions participation et réification. La participation est possible car des éléments de réification, ici le cadre initial, existent pour la favoriser, notamment par les adaptations possibles de ce cadre.

Illustrons maintenant notre rôle d'animation des réunions pour soutenir les échanges entre les membres de la CoP. Le fait que nous ayons observé des séances de classes menées par les membres de la CoP a parfois été un soutien non négligeable pour assurer ce rôle. Pour le montrer, prenons deux extraits de la réunion R9-III. Dans le premier extrait, nous cherchons à mettre en valeur l'activité de la CoP en faisant expliciter et en pointant les différences entre les pratiques des enseignants.

Dans le deuxième, nous introduisons de nouvelles pratiques auprès des enseignants. La précédente réunion (R8-III) avait abouti à l'intérêt d'échanger, en se basant initialement sur les problèmes *Plus grand produit* et *Tours*, sur les façons de présenter les problèmes aux élèves dont nous savions qu'elles différaient selon les problèmes ou les enseignants. Dans la réunion dont sont extraits les passages qui suivent, M. $\mathcal{H}$ évoque une technique qui consiste à écrire l'énoncé au dos du tableau, à montrer le tableau brièvement, à le cacher, à faire évoquer l'énoncé par les élèves puis à compléter en découvrant à nouveau l'énoncé. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle « oralise » le problème.

- *9'37" JPG : En fait, justement, quand vous disiez « oraliser le problème », qu'est ce que ça veut dire exactement ? Parce que je ne sais pas si... enfin...*
- *9'42" M^{me} $\mathcal{S}$: Ben, je ne l'écris pas au tableau, je le dis.*
- *9'44" JPG : C'est à dire, vous le dites en fait. Vous dites, au lieu d'écrire le texte, vous le dites.*
- *9'47" M^{me} $\mathcal{S}$: Oui, voilà je... c'est moi qui le... qui le dis.*
- *9'48" JPG : D'accord.*
- *9'49" [silence de 7"]*
- *9'56 M^{me} $\mathcal{S}$: ...parce qu'il y a des CE1 hein !*
- *9'60" JPG : Oui, et même les années précédentes ?*
- *10'3" M^{me} $\mathcal{S}$: Non. Non,non, je l'écrivais au tableau je crois.*
- *10'6" JPG : Vous [M^{me} $\mathcal{G}$], vous le faites des fois ?*
- *10'8" M^{me} $\mathcal{G}$: Pardon ?*
- *10'9" JPG : Vous le faites des fois ce genre de choses, « oraliser » ?*
- *10'12" M^{me} $\mathcal{G}$: Oraliser ? Non, pas avec des CM2.*
- *10'15" [silence de 2"]*
- *10'16" JPG : Et ça vous semble envisageable ou pas ?*
- *10'19" M^{me} $\mathcal{G}$: Non.*
- *10'20" JPG : Non ?*
- *10'20" M^{me} $\mathcal{G}$: Non parce que c'est des CM2 donc... Il faut qu'ils lisent par eux-mêmes et il faut qu'ils fassent une démarche une certaine... après on voit, on discute.*
- *10'39" [silence de 4"]*
- *10'43" M. $\mathcal{H}$: Oui, je fonctionne comme ça, je démarre toujours par l'écrit... l'avoir sous les yeux... alors pas forcément au tableau, ça peut-être...*
- *10'51" M^{me} $\mathcal{G}$: Oui, bien sûr, un livre... ou n'importe quoi, ils ont un support.*
- *10'55" [silence de 3"]*
- *10'58" JPG : Bon, je ne sais pas. Est-ce que ça élargit un peu vos perspectives parce que... si on l'avait mis comme point à regarder c'est que ça vous intéressait... enfin ceux qui étaient là à la dernière réunion...*
- *11'12" [silence de 3"]*
- *11'15" M. $\mathcal{H}$: Oui, la manière de...*
- *11'15" JPG : ... parce que justement quand on évoque les différentes manières de faire de chacun chacune, est-ce que ça vous donne des pistes ou...*
- *11'21" M^{me} $\mathcal{S}$: Apparemment... enfin pour les CM, on fait tous pareil quoi, on écrit, on explique, on [inaudible et bref] ?*
- *11'28" [silence de 4"]*
- *11'31" M. $\mathcal{H}$: Mais jusqu'où doit-on aller dans la présentation ? C'est ça, bon... éternelle*

question !

– *11'38" JPG : Ce n'est pas tout fait pareil par exemple quand tu caches le tableau, il y a un temps réduit sur lequel ils peuvent lire, après, ils ne peuvent plus lire.*
– *11'47" M^me^ $\mathcal{G}$: Oui, c'est fait exprès.*
– *11'49" JPG : Ils ne peuvent plus se raccrocher... je trouve ça un peu différent de le présenter, enfin on peut aussi le mettre... un énoncé écrit et même leur distribuer en même temps, après ou avant d'ailleurs... et puis les faire verbaliser. Mais, à chaque fois, ils peuvent... ils vont se reporter à l'écrit quoi, ça ne leur demande pas un effort de mémorisation donc ça peut jouer... Il faut quelque part qu'ils mémorisent ce... la tâche à effectuer.*
– *12'9" M. $\mathcal{H}$: Oui, enfin bon... lire, lire... ils ne sont pas...lorsqu'on... ce sur quoi on travaille, ils ne sont pas d'une longueur extrême les énoncés.*
– *12'17" JPG : Oui, non, mais...*
– *12'18" M^me^ $\mathcal{G}$:* Tours*, par exemple, c'est une phrase, c'est une question.*
– *12'21" JPG : Oui, mais le* Plus grand produit*, je pensait à celui-là surtout. Celui-là, il y a des termes un peu... des termes techniques.*

Dans cet extrait, M^me^ $\mathcal{S}$ dit qu'elle utilise essentiellement l'oral pour présenter les problèmes car elle a des CE1 dans sa classe cette année. En réalité, c'est une technique qu'elle utilise fréquemment pour faciliter la compréhension de l'énoncé par les élèves car nous avons remarqué qu'elle utilise l'oral 5 fois sur les 7 observations avant cette réunion[102]. Son usage ne semble donc pas principalement lié à la composition de sa classe. Quant à elle, M^me^ $\mathcal{G}$ insiste pour que les CM2 lisent l'énoncé alors que, parfois, elle « théâtralise » ou fait « théâtraliser » les énoncés d'autres types de problèmes. Elle utilise donc l'oral comme vecteur important de dévolution d'autres problèmes mais ne semble pas s'autoriser à faire de même pour les activités proposés dans la CoP. Enfin, M^me^ $\mathcal{S}$ dit qu'ils font apparemment tous pareils en CM. Nous faisons remarquer que ce n'est pas tout à fait le cas avec la technique de M. $\mathcal{H}$ qui demande aux élèves un effort de mémorisation. D'une part, on voit dans cet extrait que notre rôle consiste à faire expliciter les pratiques des uns (temps 9'37" et 9'44"), voire à leur en faire prendre conscience (temps 9'60"). Cela ne paraît pas très efficace ici et nous n'insistons pas davantage car ce n'est pas l'objet principal de la réunion, d'autant plus que cela nous placerait dans un rôle d'expert d'analyse de leur pratique et que ce n'est pas un rôle souhaité selon Wenger. D'autre part, on voit aussi que notre rôle consiste à faire réagir les autres membres si cela nous paraît enrichissant pour la CoP (temps 10'6", 10'9" et 10'16") et qu'il n'y a pas de réaction spontanée (silences des temps 10'15" et 10'55"). Suite à la synthèse proposée par M^me^ $\mathcal{S}$ (temps 11'21") et bien que nous l'estimions en décalage par rapport aux échanges et à nos observations, nous laissons d'abord un temps (ici court puisqu'il s'agit d'un silence de 4" environ) aux autres membres de réagir. À d'autres moments, nous nous investissons davantage dans les échanges, non plus comme coordinateur mais comme simple membre à part entière de la CoP (temps 11'38" et 11'49") et en montrant la valeur que nous accordons effectivement à la CoP (temps 10'58").

Dans le début du second extrait, on voit comment, suite à un silence qui dure (9"), nous rapportons un élément issu de la pratique observée de M. $\mathcal{H}$ qu'il a déjà évoqué lors d'une précédente réunion, et, plus tard, un élément de pratique nouvelle dans la CoP (temps 14'9").

– *12'48" [silence de 9"]*
– *12'59" JPG Et sinon, moi, j'avais noté autre chose par contre de mon côté... comme autre piste... chose que certains ont fait, toi, tu [M. $\mathcal{H}$] l'avais dit par exemple la dernière fois,*

[102]Cf. tableau 6.10 page 245.

c'est partir par exemple d'une situation vécue. C'était une autre façon d'oraliser peut-être, c'est pour ça que je vous [M^{me} $\mathcal{S}$] demandais tout à l'heure « oraliser » ce que ça voulait dire. C'est partir d'une situation vécue, c'était la piscine... là, c'était un autre problème, et en fait, tu t'étais servi de la visite du collège... avec le planning... pour les faire verbaliser, souvenez-vous de ce que vous avez fait... Et puis, en fait, c'était un petit peu comme... oui transformer... raconter une histoire quoi... c'était dans ce sens là, c'était oralisé mais d'une manière différente, ce n'était pas oraliser un énoncé très... à mon avis, c'était plus raconter en fait.

- *13'43" M^{me} $\mathcal{G}$ Ça arrive ça dans des problèmes en classe, mais pas des problèmes de recherche... mais de leur faire théâtraliser la situation, un problème c'est une petite histoire en fait.*
- *13'53" [silence de 2"]*
- *13'55" JPG Donc ça c'est une possibilité aussi.*
- *13'58" M^{me} $\mathcal{S}$ Là c'est pas évident.*
- *13'59" JPG Comment ?*
- *13'60" M^{me} $\mathcal{S}$ Là ce n'est pas évident de théâtraliser le* Plus grand produit.
- *14'2" [rires]*
- *14'7" M^{me} $\mathcal{G}$ C'est du théâtre moderne !*
- *14'8" [rires]*
- *14'9" JPG C'est surréaliste disons !... Bon, il y a ça... qu'est-ce que j'avais... donc raconter l'histoire... ah oui, il y a aussi... alors là, je l'ai noté pour moi... présenter l'énoncé comme un défi peut-être pour attirer leur attention [court passage inaudible].*
- *14'28" M^{me} $\mathcal{S}$ Comme un défi ?*
- *14'29" JPG ...après ça dépend du cadre de la classe, comment on travaille avec ses élèves... Comme un défi ?*
- *14'34" M^{me} $\mathcal{G}$ Non. Une compétition ?*
- *14'34" JPG ... dire que, par exemple « je l'ai déjà proposé aux élèves de l'année dernière, j'aimerais savoir si cette année vous allez trouver » ou « ils ont fait ça dans telle classe, j'aimerais savoir si vous, vous allez trouver... » enfin...*
- *14'46" M^{me} $\mathcal{S}$ ... pour motiver un peu...*
- *14'48" JPG ... ça peut mettre un petit challenge pour motiver*
- *14'50" M^{me} $\mathcal{G}$ Oui, mais s'ils ne trouvent pas... c'est un peu dangereux à manier ça... parce que s'ils ne trouvent pas, bonjour !*
- *14'56" JPG après ça dépend de la deuxième question, celle des objectifs. [...]*

Nous proposons ici deux nouvelles options de présentation de l'énoncé qui consistent, pour la première, à partir d'une situation vécue par la classe, comme pour *Piscine* dans la classe de M. $\mathcal{H}$, et, pour la seconde, à proposer le problème sous forme d'un défi censé motiver davantage les élèves. Notons qu'au lieu d'apporter un élément nouveau au temps 14'9" (l'idée du défi), nous aurions pu chercher à développer davantage l'idée d'oralisation du problème *Plus grand produit*. Nous avons plutôt estimé que plusieurs idées, plusieurs *objets frontières*, avaient émergé de la réunion et qu'ils montraient déjà la richesse et la valeur de la CoP : c'était justement notre objectif principal au stade de fusion en cours. De plus, d'autres thèmes étaient encore à aborder.

Pour conclure sur ce point, notre rôle de coordination pendant les réunions a donc consisté à :

- rappeler le cadre initial de travail de la CoP, son entreprise commune, et les éléments les plus

directement négociables ;
- soutenir les explicitations de pratique des enseignants, pointer certains différences en se basant notamment sur nos observations ;
- mettre en évidence plus ou moins explicitement la valeur de la CoP ;
- ne pas se placer en expert de la CoP, ou alors de manière limitée ;
- proposer des synthèses des échanges même si nous avons vu plus haut que les membres de la CoP pouvaient spontanément, eux aussi, faire une synthèse de l'activité de la CoP.

Enfin, dans cette CoP nous étions aussi le chercheur qui l'étudie. Ceci a eu un effet très visible la première année puisque, d'une certaine manière, les enseignants voulaient présenter des séances « complètes » lors de nos observations. De plus, les mises en oeuvre étaient relativement cadrées par les périodes d'observation et l'organisation des réunions. L'activité de la CoP aurait peut-être été toute autre si nous n'avions pas eu ce rôle d'observateur de séances, au moins pour certains enseignants.

5.5 Conclusion

Ce chapitre a permis de présenter et d'analyser plusieurs facettes de notre expérimentation. Celle-ci visait tout d'abord à faire émerger une CoP intentionnelle d'enseignants ayant pour entreprise commune de favoriser la pratique d'activités RPP dans leur classe. Elle consistait aussi à initier, soutenir et analyser les dynamiques de fonctionnement de cette CoP. Du point de vue méthodologique, nous avons dû imaginer les moyens de cette analyse, étant donné que les travaux de Wenger sont peu diserts sur le sujet. Nous avons successivement présenté des analyses quantitatives et qualitatives de son déroulement chronologique, du choix des problèmes par les enseignants, de la consultation du site Web, des comptes-rendus rédigés par les enseignants, des réunions et de notre rôle de coordonnateur. Il s'agit maintenant de faire une synthèse des résultats obtenus dans ce chapitre et de leurs limites.

Le design de l'expérimentation a rempli sa première mission. En effet, la participation des enseignants montre plutôt une CoP émergente qui fonctionne puisque, exception faite des raisons contingentes et d'un départ pour raisons personnelles[103], les enseignants ont été impliqués activement dans l'expérimentation pendant toute sa durée. Ceci est déjà un résultat important étant donné les contraintes pesant sur les enseignants dans cette expérimentation qui s'est étendue sur trois années : participation volontaire et bénévole, enregistrements et observations en classe, activités non traditionnelles et complexes à mettre en oeuvre, peu d'information de notre part pour compléter un site Web conçu avec des manques volontaires. Du point de vue quantitatif, l'analyse de réunions montre une participation et une autonomie des enseignants qui tend à s'accroître lors des réunions R4-II, R7-III et R8-III de milieu d'année. Du point de vue qualitatif, l'analyse du déroulement général et des réunions témoigne d'une évolution de la CoP vers un enrichissement pour cerner de plus en plus près les pratiques des enseignants et les options qui s'offrent à eux, nous y revenons plus loin. Au début de l'expérimentation, nous pensions aussi nous appuyer sur l'analyse qualitative des comptes-rendus pour le montrer. Cela n'a pas été possible du fait de leur nombre trop réduit et aussi de leur teneur. Au long de l'expérimentation, on observe une baisse continue du nombre de comptes-rendus mais, pour autant, cette modalité de travail n'est jamais abandonnée par la CoP,

[103] M. $\mathcal{M}$ au début de l'année II.

malgré la régularité de nos sollicitations concernant son intérêt et les remarques très contrastées des enseignants à son égard. Avec l'analyse des réunions, nous en déduisons que cet objet frontière est devenue une réification propice pour favoriser l'activité de la CoP : support de discussions lors des réunions ou des entretiens, élaboration d'un outil censé favoriser la rédaction des comptes-rendus, inscription dans les préparations ou les bilans personnels de séances ou dans la réflexion chez certains enseignants. De plus, la souplesse de cette modalité de travail a été appréciée régulièrement.

Le nombre relativement réduit d'enseignants impliqués lors de la phase d'incubation[104] a, fort probablement, été insuffisant de deux, voire trois, points de vue. Tout d'abord, ce nombre a un impact direct sur nos résultats du fait de leur sensibilité aux faibles effectifs considérés. Ensuite, on peut raisonnablement supposer qu'il a aussi un impact sur l'activité de la CoP. Les enseignants étant en nombre très réduit à certaines réunions, pour des raisons plus ou moins contingentes, les interactions sont moins nombreuses, moins riches et le rôle du coordonnateur doit alors être accru... tout en restant limité, au risque de ne pas permettre la participation de chacun. Enfin, une conséquence probable et non prévue initialement de ces dynamiques est que, pensant nous appuyer davantage sur les interactions inter-enseignantes, malgré des questions récurrentes de deux enseignantes, nous ne sommes intervenus pleinement sur le plan didactique qu'à la fin de l'expérimentation. Le rôle du coordonnateur, dont nous avons analysé quelques aspects concernant la gestion des réunions, est aussi celui de courtier. Or, ne voulant pas empêcher les enseignants de prendre pleinement leur place au sein de la CoP, nous avons négligé ce rôle de courtier en n'apportant pas suffisamment d'outils didactiques sous la forme d'objets frontières dans la CoP. En reprenant la métaphore de l'équilibre participation/réification, on peut dire que les réifications étant trop peu nombreuses, la participation de certains enseignants n'a pas été suffisamment étayée.

Les pratiques de classe seront étudiées plus en détail dans le prochain chapitre mais les analyses précédentes donnent déjà des résultats. Nous avons notamment montré que les enseignants ont pu mettre en oeuvre des problèmes internes aux mathématiques alors qu'ils sont généralement peu enclins à le faire, ce que l'on peut interpréter comme un effet de l'activité de la CoP, notamment des partages d'expérience, même si ces derniers sont parfois minimes. Certains problèmes sont plus choisis que d'autres. L'analyse des réunions a montré quelques exemples concrets d'influences dans le choix des problèmes qui semblent indiscutables. Plus généralement, nous avons pu expliquer l'adoption de certains problèmes en termes de réifications, ce qui tendrait à montrer l'intérêt de cette approche. Cependant, nous avons aussi souligné qu'elle était difficile à mettre en oeuvre et qu'elle était sensible à plusieurs hypothèses faites a priori sur la perception des problèmes par les enseignants. D'autres analyses seraient nécessaires pour confirmer les résultats obtenus.

Les réunions sont un lieu naturel pour aborder les thèmes liés à la pratique des activités RPP, ce qui se produit dès le début de l'expérimentation lors de R1-I. On y aborde notamment la lecture des énoncés, ses conséquences possibles et leurs reformulations, le fait que les objectifs des situations proposées puissent être atteints sans que les élèves ne trouvent leur solution, la durée et le nombre de séances à consacrer à chaque problème, la formation des groupes, la gestion des validations et des réponses imprévisibles des élèves. Pour l'essentiel, les alternatives sont explicitées mais la plupart des réponses aux questions qui se posent sont renvoyées à la responsabilité des enseignants, au site Web et à l'activité de la CoP émergente. Des échanges entre enseignants n'ayant pas eu lieu l'année I et cette réunion ne concernant que deux enseignants parmi ceux qui y participeront le

[104] C'est à dire huit au lieu d'une quinzaine d'après les exemples données dans (Wenger et al. 2002), ouvrage que nous n'avons consulté que plus tard.

plus, on retrouve fort logiquement ces mêmes aspects les années suivantes, notamment au cours des réunions R4-II, R5-II, R7-III, R8 et surtout R9-III. Ces réunions feront émerger certains thèmes et certaines options dont nous n'allons résumer que les plus emblématiques, qu'ils soient consensuels ou non.

Du fait de leur ouverture, certains problèmes peuvent sembler difficiles à gérer à certains enseignants. De manière générale, ils sentent qu'ils ont un rôle important à jouer dans la gestion des activités RPP mais, ici, la réduction de l'ouverture d'un problème apparaît alors comme un risque de dénaturer les problèmes. Un autre thème abordé est celui du caractère « abstrait » de certains problèmes. Des enseignants peuvent penser qu'ils sont inaccessibles à leurs élèves mais on a vu que, d'après les problèmes mis en oeuvre, ce point était réglé assez facilement. Par ailleurs, un consensus semble exister pour dire que la priorité de ces activités est que les élèves cherchent un problème mathématique, ce qui est logique dans cette expérimentation. Dans l'ensemble, les enseignants souhaitent aussi que les élèves aboutissent à une solution, ce qui apparaît donc être une contrainte liée à la composante sociale de leur pratique. Pour autant, tous n'en font pas une priorité absolue. Parmi les aspects les plus problématiques figurent aussi la gestion des productions des élèves et la mise en place de conditions favorables à des débats et à des preuves entre pairs. Quelques propositions sont faites lors de l'année II, mais c'est véritablement l'année suivante, à partir de R7-III et surtout lors de R9-III, que plusieurs options sont listées. En particulier, il existe une sorte de consensus consistant à penser que, en cycle 3, la présentation d'un problème de mathématiques doit obligatoirement en passer par la lecture d'un énoncé écrit. Cette contrainte, qu'il faut attribuer à la composante sociale des pratiques, peut s'expliquer en partie par la maîtrise de la langue que les enseignants doivent exiger des élèves de ce niveau et parfois aussi, dans une moindre mesure, par la nature du problème. Cependant, il se trouve qu'elle est aussi fréquemment la cause de mauvaises compréhensions et donc de déroulements chaotiques difficiles à gérer. Deux enseignants s'affranchissent régulièrement de cette contrainte mais, soit ils n'en ont pas conscience et peuvent même subir l'influence de ce « consensus », ce qui est le cas de M^{me} $\mathcal{S}$, soit ils en minorent un peu l'intérêt en s'abritant plus ou moins vers le manque de certitudes dans le domaine de l'enseignement, ce qui est le cas de M. $\mathcal{H}$, malgré sa pratique évoluée des activités RPP. Ainsi, le coordonnateur a un rôle à jouer pour identifier ces dynamiques peu souhaitables et tenter de les réduire ou de les contrer par d'autres, par exemple, en faisant mieux ressortir les avantages et inconvénients des différentes options. Le risque est alors qu'il se positionne en tant qu'expert, ce qui n'est pas souhaitable. Quelques aspects liés au choix du matériel font aussi leur apparition pour certains problèmes mais les discussions, n'étant pas suffisamment étayées par des outils d'analyse didactique, se révèlent peu fructueuses.

L'expérimentation a donné lieu à plusieurs mises en oeuvre dans les classes, ce qui n'était pas acquis au départ étant donné les nombreuses contraintes pesant sur les enseignants. Certes, notre rôle d'observateur a eu un rôle à jouer dans cette dynamique mais nous avons aussi montré que cette explication n'était pas suffisante à elle seule. Le design a donc permis de dépasser certaines contraintes et de vaincre certaines résistances. Le chapitre suivant devrait permettre de mieux décrypter ces dynamiques mais l'analyse des réunions a déjà fait apparaître qu'aux yeux d'une majorité enseignants, le design de l'expérimentation, l'ergonomie des ressources, la souplesse du dispositif et de son accompagnement, y était pour beaucoup.

L'émergence de la CoP étant établie, certaines de ses dynamiques et de leurs ressorts étant analysés, il faut maintenant étudier si les pratiques de classe des enseignants ont évolué et comment, ce qui est l'objet du chapitre suivant. Il faudra ensuite conclure sur l'expérimentation par une mise en parallèle de l'implication des enseignants dans l'activité de la CoP et de leur pratique de classe. Les études menées dans le présent chapitre contribuerons évidemment à cette conclusion.

Chapitre 6

Trajectoires au sein de la CoP

Ce chapitre est consacré à l'étude des trajectoires des enseignants qui ont participé à l'expérimentation. Devant le volume important des données, nous n'avons pas mené une analyse détaillée de toutes les séances observées. Dans une première partie, nous étudierons donc plus en détails celles d'une enseignante, M^{me} $\mathcal{S}$, choix sur lequel nous reviendrons. Cette étude sera basée sur les analyses a priori et a posteriori des séances et permettra de faire une synthèse de l'évolution de la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ en termes de logique d'action. Cette synthèse sera complétée, sans en présenter une analyse détaillée, par nos observations de la pratique des autres enseignants.

Nous voulons aussi étudier les dynamiques de la communauté de pratique, ce qui les détermine et leur impact potentiel sur les pratiques des enseignants. À cet effet, nous présenterons dans une seconde partie des éléments permettant de catégoriser, en termes de trajectoires, la participation des enseignants dans la CoP. Cette catégorisation sera essentiellement basée sur, d'une part, les résultats du chapitre précédent et, d'autre part, sur les réponses des enseignants à deux questionnaires et sur des entretiens.

6.1 La pratique dans la classe

Ayant choisi d'analyser plus en détail la pratique d'une enseignante de la CoP, voyons ce qui a guidé notre choix. Afin de faciliter l'analyse des liens entre l'activité de la CoP et la pratique observée, nous avons tout d'abord choisi de nous concentrer sur les enseignants ayant le plus participé aux réunions, c'est à dire M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$. M. $\mathcal{H}$ ayant déjà une pratique régulière des activités RPP, le choix s'est ensuite restreint à M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{D}$. Lors de l'analyse des réunions, nous avons déjà vu des liens évidents entre l'activité de la CoP et la pratique de M. $\mathcal{D}$, au moins à un niveau macro, c'est à dire sans rentrer dans les détails de sa pratique de classe. De plus, M. $\mathcal{D}$ n'a rédigé aucun compte-rendu, sa participation aux réunions a été moindre que celle de M^{me} $\mathcal{S}$ et sa pratique des activités RPP nous a semblé, a priori, moins sensible à l'activité de la CoP que celle de M^{me} $\mathcal{S}$. Ceci explique que nous ayons finalement choisi M^{me} $\mathcal{S}$ pour cette analyse des séances observées. De plus, l'analyse de son profil de participation aux réunions montre un questionnement récurrent sur les options qui s'offrent à elle dans la pratique des activités RPP[1], il est donc intéressant d'analyser la façon dont elle a pu tirer profit de l'activité de la CoP par rapport à son espace de liberté. De plus, M^{me} $\mathcal{S}$ a accepté de participer à l'expérimentation sans assister à la réunion R1-I de présentation. À

[1] Cf. tableau 5.24 page 211.

Années	Composition des classes	Nb. d'élèves
I	5 CE2, 6 CM1, 5 CM2	16
II	18 CM1, 9 CM2	27
III	17 CE1, 13 CE2	30

TAB. 6.1: Compositions annuelles des classes de M^{me} $\mathcal{S}$.

l'instar de M. $\mathcal{M}$, elle a donc accepté de participer à l'expérimentation sans que nous nous soyons rencontrés avant la première observation. Enfin, l'analyse des données concernant cette enseignante nous paraît illustrer les contraintes rencontrées par les enseignants dans leur pratique des activités RPP.

6.1.1 La pratique observée de M^{me} $\mathcal{S}$

Chaque année de l'expérimentation, M^{me} $\mathcal{S}$ a changé de lieu de travail et a travaillé dans des classes multi-niveaux dont la composition est récapitulée dans le tableau 6.1. À chaque fois, il s'agit d'écoles essentiellement rurales dont l'environnement social n'est ni favorisé, ni défavorisé. La composition de la classe l'année III est à la limite de notre champ d'expérimentation puisque le CE1 fait partie du cycle 2 de l'enseignement primaire. Enfin, rappelons que, entre les réunions R3-II et R4-II[2], M^{me} $\mathcal{S}$ a consulté notre mémoire de DEA qui présentait une première analyse du déroulement de l'année I. M^{me} $\mathcal{S}$ en a retenu qu'elle ne pensait pas « *diriger* » autant le travail de ses élèves[3].

M^{me} $\mathcal{S}$ a mené au moins 20 séances directement liées à notre expérimentation, 9 problèmes y ont été mis en oeuvre et 11 séances ont été observées[4]. De fait, nous n'avons donc qu'un accès limité à ses pratiques de classe. L'analyse qualitative sera centrée sur les cinq séances observées suivantes :

- lundi 30 juin (I) - *Cordes*
- jeudi 9 décembre (III) - *Triangles colorés* (première séance)
- vendredi 10 décembre (III) - *Triangles colorés* (seconde séance)
- mardi 1 mars (III) - *Tours*
- mardi 10 mai (III) - *Cordes*

M^{me} $\mathcal{S}$ a mis en oeuvre le problème *Cordes* chaque année, il paraît donc intéressant d'analyser ces mises en oeuvre. Celle de l'année II n'ayant pas été observée[5], nous étudierons les deux autres. De plus, M^{me} $\mathcal{S}$ a produit un compte-rendu pour ces deux mises en oeuvre, la mise en oeuvre de l'année III est la dernière observée et elle suit de près la dernière réunion R9-III, ce qui justifie encore davantage ce choix. Quant au problème *Triangles colorés*, il a été mené en deux séances que nous avons observées l'année III. Il nous semble typique de la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ en fin d'expérimentation et montre des difficultés récurrentes rencontrées par les enseignants pendant l'expérimentation. Il montre notamment comment l'enseignant peut dévoluer des débats aux élèves et les effets de ces tentatives. Ceci permettra de revenir sur l'activité de la CoP et sur la conception des ressources proposées aux enseignants. Enfin, le problème *Tours* permettra d'illustrer l'exploitation du potentiel

[2] Réunions R3-II du 14 janvier et R4-II du 17 mars.

[3] Cf. réunion R4-II.

[4] Cf. tableau A.1 page 298.

[5] Lors de la réunion R4-II, M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle a consacré 3 séances à cette activité.

didactique du problème *Triangles colorés* fait précédemment la même année. Le fait que nous ayons mené un entretien téléphonique avec M^{me} $\mathcal{S}$ le lendemain favorise aussi le choix de cette séance.

Dans les sections suivantes, nous présenterons tout d'abord l'analyse qualitative des cinq séances retenues puis l'analyse quantitative de l'ensemble des séances observées.

6.1.2 Analyses qualitatives des séances de M^{me} $\mathcal{S}$

Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre consacré à la méthodologie[6], l'analyse qualitative est basée sur les narrations de séances reportées en annexes[7]. Pour chaque séance, nous présenterons une analyse succincte du problème et des difficultés spécifiques auxquelles l'enseignante peut être confrontée. Nous présenterons ensuite un tableau synthétique de son déroulement basé sur les phases identifiées dans les narrations de séances. Chaque phase sera codée comme précisé dans la méthodologie à l'aide des codes *Pres*, *RechO*, *RechF*, *MC*, *CD* et *Conc*. Puis, nous analyserons plus particulièrement les phases consacrées à la présentation du problème et à sa dévolution, celles consacrées aux moments de recherches autonomes, ouvertes ou fermées, et celles consacrées aux phases de recherche collective, aux validations et à la conclusion de la séance. Enfin, une synthèse de ces analyses s'attachera à mettre en évidence l'investissement de l'espace de liberté et les évolutions de la logique d'action de la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$.

Afin de faciliter la présentation des tableaux et graphiques nous avons parfois abrégé le nom des séances. Par exemple, SD1(II) correspond à la première séance consacrée au problème *Somme et différence* l'année II, et SD1+2(II) correspond à l'ensemble des deux premières séances consacrées à ce problème.

Cordes(I) – lundi 30 juin

La narration de la séance se trouve à partir de la page 310, l'analyse du problème se trouve à partir de la page 151 et la synthèse de son déroulement dans le tableau 6.2 page suivante.

La résolution du problème se déroule sur cette unique séance d'environ 56' alors que M^{me} $\mathcal{S}$ a déjà mené le problème *Piscine* environ 3 mois auparavant sur deux séances. Pour cette séance, M^{me} $\mathcal{S}$ a consulté une version « réduite » de la ressource puisque celle-ci a été ensuite modifiée en début d'année II. L'enseignante doit notamment choisir la manière de présenter le problème, en précisant ou non des nombres de points à placer sur le cercle et en utilisant ou non une figure. Elle doit aussi identifier et choisir d'aborder ou non certains détails relatifs à l'énoncé : un point peut appartenir à plusieurs cordes, un diamètre est une corde possible, toutes les cordes ne sont pas des diamètres. Une trame de scénario basée sur la variable didactique « nombre de points » pour limiter les vérifications empiriques est plus ou moins implicitement proposée, mais c'est à l'enseignante que revient le choix de s'appuyer dessus ou non. Les résolutions « additive » et « multiplicative » sont expliquées mais la procédure de résolution par récurrence et le risque d'induction de cette méthode par le traitement de cas du type 4, 5, 6... points ne sont pas décrits. Ces trois méthodes sont accessibles à des élèves de cycle 3, qu'elles soient justifiées ou empiriques. Enfin, la rubrique *Commentaires* et notamment les *Éléments de recherches et de débats possibles* ne sont pas disponibles. C'est donc à l'enseignant de prévoir les preuves que pourront mettre en oeuvre les élèves et les moyens par lesquels ils pourront les communiquer. L'évaluation de l'efficacité des différentes

[6]Cf. notamment à partir de la page 64.

[7]Cf. à partir de la page 310.

Temps	Phases	Durées	Codes
0’00"	Élèves en groupes	2’12"	Pres
2’12"	Présentation du problème et exemples de cordes	5’24"	Pres
7’36"	Retour à la consigne : faire des essais	0’26"	Pres
8’02"	Première phase de recherche	4’39"	RechO
12’41"	Mise au point sur ce qu’il faut chercher	2’34"	Pres
15’15"	Retour à la recherche	8’36"	RechO
23’51"	Un point peut servir plusieurs fois – trop de pts pour les essais	5’16"	MC
29’07"	Recherche avec 5 pts	8’40"	RechF
37’47"	Bilan sur le cas des 5 pts	0’28"	MC
38’15"	Recherche avec 4 pts	3’41"	RechF
41’56"	Bilan sur le cas des 4 pts	0’38"	MC
42’34"	Recherche avec 6 pts	1’41"	RechF
44’15"	La méthode additive est donnée par l’enseignante	2’27"	CD
46’42"	Recherche « sans tracer » avec 7 pts – méth. add. et par récur.	3’26"	RechF
50’08"	Bilan : méthodes additive et par récurrence	1’32"	MC
51’40"	Le cas des 150 pts	2’06"	MC
53’46"	La méthode multiplicative	1’36"	MC
55’22"	Conclusion de la séance	0’24"	Conc
55’46"	Fin		

TAB. 6.2: Déroulement synthétique de Cord(I).

méthodes de résolution, le contenu possible de la conclusion de la séance et les modalités de travail, individuel ou en groupes, sont aussi laissés à sa charge.

M. $\mathcal{M}$ a diffusé un compte-rendu relativement court de ce problème quatre semaines auparavant. Il apporte plusieurs renseignements complémentaires à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$. L’enseignant évoque les 40’ de la séance dont il pensait qu’elle durerait moins longtemps. Il note une bonne motivation des élèves, disposés en groupe dès le début de la séance, mais il précise aussi que certains d’entre eux avaient du mal à voir la finalité du problème, ne comprenaient pas qu’un point pouvait appartenir à plusieurs cordes ou pensaient qu’il pouvait y avoir une infinité de cordes. Il évoque, sans la décrire, une variété dans la compréhension du problème. Le compte-rendu ne fait cependant pas mention du tableau récapitulant le nombre de cordes en fonction du nombre de points qui a été déterminant dans le déroulement de la séance. L’enseignant évoque aussi, toujours sans détailler, le prolongement proposé lors de la séance autour de l’organisation d’un tournoi. À son tour, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ rédigera un compte-rendu de sa séance, nous l’utiliserons dans notre analyse[8].

Présentation et dévolution M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande aux élèves de s’organiser librement en groupes de quatre élèves puis elle présente l’énoncé écrit du problème au tableau. Il est identique à la version la plus ouverte qui figure sur le site Web, si ce n’est que l’explication du mot *corde* est fournie dans une phrase distincte au lieu d’être intégrée entre parenthèses. Elle fait lire silencieusement l’énoncé aux élèves puis envoie certains d’entre eux au tableau pour illustrer le concept de *corde*. Ceci lui

[8]Le compte-rendu de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ se trouve page 344.

permet d'insister sur la compréhension de l'énoncé, sur le placement préalable des points sur le cercle avant le tracé d'une corde. Cependant, cette présentation est limitée car les seuls exemples validés au tableau ressemblent à des diamètres et aucun point n'est l'extrémité de deux cordes. Au cours de la séance, on verra des interprétations limitées du problème par plusieurs élèves (temps 8'2", 15'15", 26'47"). La confusion avec les diamètres sera levée pour au moins un élève (temps 11'36") mais nous n'avons pas d'information pour ce qui concerne les autres. La deuxième incompréhension – point extrémité de deux cordes – sera abordée par un élève et par M^{me} $\mathcal{S}$ aux temps 26'11" et 26'25", probablement de manière non prévue. En effet, à ce moment-là, l'enseignante attendait apparemment un argument sur le trop grand nombre de points choisi par les élèves sur leurs productions pour expliquer la difficulté à dénombrer les cordes, mais un élève intervient alors pour dire que c'est « *parce qu'un point peut servir plusieurs fois* ». Elle trace alors au tableau toutes les cordes partant d'un point. L'ordre choisi n'est pas de nature à dévoiler une méthode particulière.

Dans un premier temps, M^{me} $\mathcal{S}$ cherche à dévoluer un problème congruent à ce qui est proposé sur le site Web et cherche aussi à encourager les élèves à s'investir dans la résolution (par exemple aux temps 2'12", 5'6", 6'30", 7'24", 7'36, 7'56"). La première tâche prescrite est de faire des essais, de choisir un nombre de points. Le tracé des cordes est requis (temps 7'36"). Une seule feuille A4 est ensuite distribuée par groupe (temps 8'22"). Ceci à l'avantage de concentrer l'attention du groupe sur une unique production mais on peut aussi supposer que les élèves avaient besoin de faire des essais individuels avant de travailler sur une production collective.

Pendant la première phase de recherche, M^{me} $\mathcal{S}$ indique, à certains élèves et avec l'aide de certains autres, l'indépendance entre la longueur du rayon du cercle et le nombre de cordes (temps 10'46"). Cette information n'est pas discutée mais laisse le problème ouvert.

À la suite de la première phase de recherche, M^{me} $\mathcal{S}$ reprécise la tâche prescrite. Il faut tout d'abord placer des points, tracer les cordes, trouver le nombre de cordes (temps 14'24", 14'58"). Elle évoque les nombres de points 5, 10, 20, 50 et 200 (temps 14'24"), vraisemblablement à titre d'illustration, puis elle demande ensuite à certains élèves pendant la phase de recherche de ne pas trop en prendre et ajoute que le but n'est pas de tracer toutes les cordes (notes au temps 15'15"). Les tâches prescrites risquent donc d'apparaître comme contradictoires aux yeux des élèves.

Après la deuxième phase de recherche, M^{me} $\mathcal{S}$ cherche à dévoluer aux élèves la version prévue dans notre analyse a priori qui consiste en premier lieu à proposer des nombres de points simples à contrôler. Elle le fait en posant des questions ouvertes ; ses tentatives répétées (temps 24'50", 25'55", 26'38", 27'33") aboutissent à la réponse attendue de la part d'un élève qui dit qu'il y a trop de points, réponse qu'elle valide implicitement (temps 27'33"). Elle demande aux élèves ce qu'ils pourraient faire pour faciliter le comptage mais les premières réponses (temps 28'21", 28'39") montrent que certains élèves n'ont pas vraiment compris la pertinence de ce qui vient d'être dit et elle doit alors préciser explicitement l'intérêt de limiter le nombre de points (temps 28'49"). À partir de ce moment, les tâches prescrites sont des tâches relativement fermées. En effet, sous la direction plus ou moins ostensive de M^{me} $\mathcal{S}$ qui met les résultats en forme dans un tableau[9], les élèves traitent les cas 5, 4, 6, 7 puis 150 points. Le comptage et le traçage des cordes dans le cas des 5 points (temps 29'7") ne pose pas de problème aux élèves (temps 37'53"). Les tâches suivantes consistent à donner, au moins dans un premier temps, une réponse à la question du nombre de cordes « *sans faire de dessin* » (temps 38'15"), M^{me} $\mathcal{S}$ anticipe donc sur la dynamique du cas des 150 points. Ces nouvelles tâches sont fermées puisqu'instanciées dans les cas de 4, 6 puis 7 points. En effet,

[9] Comme l'avait aussi fait M. $\mathcal{M}$, sans le mentionner dans son compte-rendu.

de par sa simplicité, le cas de 4 points (temps 38'15) peut se résoudre mentalement. Pour le cas des 6 points (temps 42'34"), les élèves ont trouvé des solutions différentes. M^{me} $\mathcal{S}$ montre alors, sur le mode du cours dialogué, la méthode de résolution itérative additive pour le résoudre (temps 44'15"). Pour le cas des 7 points proposé ensuite, le problème est donc fermé (temps 46'42"). De plus, le fait qu'il succède au cas des 6 points favorise la découverte du raisonnement par récurrence par un élève (temps 50'26"), aspect qui n'est pas encore développé sur le Web à ce moment-là. Enfin, le cas des 150 points est proposé (temps 51'40") mais, à l'inverse de notre analyse a priori, le problème est fermé puisque les élèves ont alors à ce moment deux méthodes pour le résoudre. Par contre, la question de calculer la somme $149+148+\cdots+1$ reste ouverte et peut occasionner des recherches et des débats entre pairs. L'enseignante cherche alors à faire appliquer la méthode additive par les élèves mais les réponses de quelques-uns montrent qu'ils ne l'ont pas comprise et M^{me} $\mathcal{S}$ doit guider fortement la résolution.

Phases de recherches autonomes Une première phase de 4'39" semble avoir surtout permis à M^{me} $\mathcal{S}$ de voir que les élèves n'ont pas bien compris le problème mais aussi qu'ils avaient pu faire quelques découvertes. La seconde phase de 8'36" leur permet de chercher le problème en autonomie. Certains n'ont pas compris qu'un point pouvait être l'extrémité de plusieurs cordes et la plupart prennent un nombre important de points. L'enseignante intervient et contredit sa dernière consigne en faisant comprendre à la classe ou à certains groupes que prendre un grand nombre de points n'est pas une bonne idée et qu'il ne faut pas tracer toutes les cordes. La durée totale de recherche ouverte est d'environ 13'. Ensuite, pendant un peu plus de 22', les élèves ont à résoudre des tâches relativement fermées (5, 4, 6, 7 puis 150 points).

M^{me} $\mathcal{S}$ n'intervient généralement pas ou peu auprès des élèves pendant ces phases. Pendant notre observation, nous avons cependant noté quelques interventions ponctuelles auprès de certains d'entre eux et nous avons vu plus haut que l'enseignante peut donner des éléments importants à certains élèves (indépendance de la longueur du rayon et du nombre de cordes, confusion corde et diamètre) même si le problème reste ouvert ou bien si ces éléments sont ensuite partagés avec l'ensemble de la classe.

Phases de recherches collectives, phases de validation et de conclusion La première mise en commun a lieu après environ 24' de séance et dure environ 5'. M^{me} $\mathcal{S}$ sélectionne deux productions d'élèves pour montrer qu'un trop grand nombre de points ne permet, ni de tracer, ni de compter les cordes sur la figure. Elle cherche à faire participer les élèves et à leur faire expliciter leurs idées mais sans chercher à favoriser des échanges et des débats entre les élèves. Quand un énoncé mathématique est validé, à moins qu'il ne s'agisse de répondre à une tâche fermée, c'est majoritairement l'enseignante qui le fait sans qu'il y ait eu de débat. Une exception notable se produit lorsqu'un élève propose d'utiliser une opération pour résoudre le problème (temps 25'39"). M^{me} $\mathcal{S}$ dit que cette possibilité n'a pas été vérifiée, laissant ainsi le débat ouvert. Son intervention suivante se situe dans le fil de son action qui vise à faire émerger l'idée que les élèves prennent trop de points pour pouvoir mener leurs essais et la proposition de l'élève ne sera pas discutée plus tard.

Lors de la mise en commun du cas des 7 points, des élèves proposent une méthode mais l'incertitude demeure sur sa nature car on ne peut savoir si les élèves ont simplement appliqué la méthode montrée par l'enseignante ou s'ils ont vu la possibilité de raisonner par récurrence. En « reformulant » la méthode, M^{me} $\mathcal{S}$ tranche en faveur de la deuxième possibilité (temps 51'18").

Le cas des 150 points est résolu collectivement mais aussi partiellement car, finalement, le nombre de cordes n'est pas déterminé. Lors du traitement de ce cas, M^{me} $\mathcal{S}$ fait dire que l'addition serait très longue (temps 53'22"). Elle demande alors à un autre groupe d'exposer la méthode multiplicative qu'il a trouvée et justifiée (temps 54'18"). Notons ici, qu'il est vraisemblable qu'il s'agisse du groupe de l'élève intervenu pour proposer de résoudre le problème avec une opération. Les explications données sont plus ou moins claires mais, à ce moment, des élèves peuvent implicitement considérer la méthode multiplicative comme valide car M^{me} $\mathcal{S}$ dit seulement qu'elle est « *pratique* » avec un très grand nombre de points (temps 53'46") et qu'elle est « *un peu compliquée* » (temps 55'22). La validité de la méthode n'est donc pas claire, sauf peut-être pour ses auteurs puisque M^{me} $\mathcal{S}$ leur a annoncé un peu plus tôt dans la séance (temps 48'3"), et sa pertinence n'est pas discutée. On peut tenter de l'expliquer par la fin de la séance qui s'approche et par le fait que M^{me} $\mathcal{S}$ souhaite mener la résolution de ce problème, comme le mentionne M. $\mathcal{M}$, sur une séance.

Les phases de validation ne sont pas le fruit des débats entre élèves. Quand des consensus sont dégagés, il s'agit de tâches relativement fermées et simples à effectuer. Par des courtes interactions enseignante-élèves , M^{me} $\mathcal{S}$ semble vouloir amener le plus rapidement possible l'attention des élèves là où elle le souhaite.

M^{me} $\mathcal{S}$ conclut la séance rapidement en posant la question, fermée à ce moment de la séance, de savoir si on peut trouver le nombre de cordes. Suite à la réponse positive des élèves, elle ajoute qu'on peut le faire à l'aide d'un calcul sans les compter une par une, se référant sans doute à la dernière méthode présentée : la méthode multiplicative. L'enseignante ne revient pas sur les trois méthodes différentes de calculs vues pendant la séance, dont deux ont été trouvées par les élèves (méthode par récurrence et méthode multiplicative).

Synthèse de l'analyse de la séance M^{me} $\mathcal{S}$ utilise un énoncé écrit alors qu'elle aurait aussi pu, comme elle l'a fait dans sa séance précédente, présenter l'énoncé à l'oral dans un premier temps. Nous l'expliquons en partie par la relative simplicité de l'énoncé. Elle a choisi la version la plus ouverte du problème et propose ensuite des exemples de nombres de points pour favoriser la dévolution du problème. Cependant, certaines tâches prescrites sont contradictoires en ce qui concerne le fait d'avoir à tracer ou non les cordes. Ce constat s'explique en partie par la lecture du compte-rendu de M^{me} $\mathcal{S}$ qui dit qu'elle est « *déroutée* » par le problème et qu'elle a du mal à leur faire comprendre son objectif. Puis, en s'appuyant sur des productions d'élèves, elle cherche à faire dégager l'idée selon laquelle les élèves choisissent un nombre trop élevé de points pour des vérifications empiriques. Elle se heurte à deux problèmes. D'une part, ce constat n'est pas une évidence pour tous les élèves. D'autre part, malgré l'utilisation d'une figure et d'exemples au tableau, plusieurs incompréhensions subsistent jusqu'à environ la moitié de la séance, notamment le fait, fondamental ici, qu'un point peut appartenir à plusieurs cordes. Le compte-rendu de M. $\mathcal{M}$, à l'inverse du site Web, en avait pourtant fait mention, mais elle-même ne l'évoquera pas dans son compte-rendu. Un peu après la moitié de la séance, l'enseignante dirige ensuite davantage le travail des élèves à l'aide de tâches fermées centrées sur de petits nombres de points avant de proposer le cas des 150 points[10]. Elle précise aussi qu'il faut déterminer le nombre de cordes « *sans faire de dessin* », anticipant ainsi la dynamique fondée sur la variable didactique « nombre de points » illustrée sur le site Web. Sa précédente mise en oeuvre s'étendait sur deux séances, or celle-ci est limitée à une seule, comme celle de M. $\mathcal{M}$. On ne peut cependant pas conclure qu'il y ait une influence directe du compte-rendu de ce dernier

[10]Et non « *250 cordes* » comme elle l'écrit dans son compte-rendu.

sur la pratique de M^me^ $\mathcal{S}$. En effet, si la durée et l'unicité de la séance, l'utilisation du travail en groupes dès le début de la séance, et le soin apporté à la compréhension du problème – utilisation d'une figure au tableau, énoncé légèrement apprêté, reformulations de l'énoncé – confirmerait cette influence, à l'inverse, l'intervention tardive sur le fait qu'un point peut appartenir à plusieurs cordes l'infirmerait, au moins partiellement. Concernant le fait de fixer ou non le nombre de points, nous ne savons pas si M^me^ $\mathcal{S}$ a pris le « risque » de proposer la version la plus ouverte du problème ou bien si elle pensait que c'était la seule manière de le poser, les nombres de points pouvant ensuite être fixés par les élèves eux-mêmes. À cet égard, on peut aussi inférer que M^me^ $\mathcal{S}$ n'a pas anticipé, ce n'était pas non plus précisé dans la ressource, que des cas successifs favorisaient l'apparition de la méthode par récurrence, particulièrement s'ils sont présentés sous forme de tableau. Par ailleurs, elle a été surprise[11] par le fait que certains élèves ont trouvé la méthode multiplicative assez tôt dans la séance.

En conclusion, M^me^ $\mathcal{S}$ a assez largement investi son espace de liberté dans cette séance et sa logique d'action dans cette séance semble se résumer ainsi : proposer une activité RPP congruente à celle proposée sur le site Web avec une certaine volonté de laisser les preuves à la charge des élèves (ici sur la pertinence d'utiliser une opération, idée qui est ensuite un peu oubliée), puis, devant certaines difficultés et surprises rencontrées, fermer l'activité et sur-exploiter certaines productions afin d'assurer la reconnaissance et l'application d'une ou plusieurs techniques permettant de résoudre ce problème. L'enseignante a pu vouloir conclure la séance dans un temps déterminé, peut-être comme l'évoque M. $\mathcal{M}$ dans son compte-rendu mais aussi du fait de notre présence, elle le souligne explicitement dans son compte-rendu. Elle a donc été plus directive dans sa gestion. D'une certaine manière, la cohérence de pratique d'une activité RPP du début de séance a fait place en fin de séance à la cohérence de pratique d'une activité fermée. Le fait que les élèves aient eu des difficultés à comprendre l'énoncé a bien sûr limité le temps de recherche du problème initial.

Triangles colorés(III) – jeudi 9 et vendredi 10 décembre

Pour mémoire, cette activité et les suivantes sont proposées dans une classe comprenant 17 CE1 et 13 CE2. Le problème a été mis en ligne la même année, n'a fait l'objet d'aucun compte-rendu ou échanges durant les réunions précédentes et seule M^me^ $\mathcal{S}$ l'a mis en oeuvre. L'activité est probablement la première activité RPP proposée à ces élèves. Comme *Cordes*, le cadre de départ est géométrique. Elle vise la recherche exhaustive des combinaisons de quatre couleurs réparties dans trois parties d'un triangle équilatéral. Elle a donc des similarités avec *Tours* mais certaines classes de triangles sont moins naturelles à déterminer et il y a une invariance par rotation mais pas par symétrie à prendre en compte. Le site Web ne fait référence aux classes que de manière allusive en présentant les solutions dans un certain ordre et il n'évoque pas les questions matérielles de la gestion de cette séance[12]. Les éléments de débats possibles proposés concernent l'identification et la gestion des

[11] Elle le dira plus tard.

[12] Pour faire une brève comparaison avec (ERMEL CP), cet ouvrage présente les triangles solutions dans le même ordre et sans explication. La gestion proposée comprend la distribution d'une planche par enfant comprenant 35 triangles vierges, c'est à dire plus que de solutions (24). Les élèves voudront probablement « remplir la feuille », ce qui les obligera à faire des triangles identiques à une rotation près. Les élèves devront ensuite donc découper les triangles pour les comparer. Étant donné que les triangles sont dans une position prototypique (un côté horizontal), il n'est pas certain qu'ils penseront d'eux-mêmes à les découper et à les tourner, ce qui fait que l'enseignant sera probablement amené à intervenir. On note aussi que le passage au travail en groupes n'est pas problématisé, mais l'enseignant peut prendre l'initiative de le faire. Enfin, aucune aide spécifique n'est apportée concernant l'exploitation des productions puisque les

Temps	Phases	Durées	Codes
0’00"	Présentation du problème	7’15"	Pres
7’15"	Première recherche	10’20"	RechO
17’35"	Mise en commun pour une distribution de triangles vierges	2’34"	MC
20’09"	Deuxième recherche	9’51"	RechO
30’00"	Mise en commun : groupement de triangles, repérer les doubles, reprendre la même couleur, tourner les triangles	8’51"	MC
38’51"	Troisième recherche	16’28"	RechO
55’19"	Conclusion de la séance	0’33"	Conc
55’52"	Fin de la séance		

TAB. 6.3: Déroulement synthétique de Tri1(III).

doublons, l’évocation des rotations, l’existence des triangles bicolores et tricolores et l’exhaustivité des solutions. Ceci peut donc permettre à l’enseignante d’anticiper certaines productions d’élèves.

M^me^ $\mathcal{S}$ a, encore ici, plusieurs choix à faire. D’une part, elle doit choisir la manière de présenter le problème, d’utiliser ou non des supports matériels, de mener la recherche sur une ou plusieurs séances. D’autre part, elle doit anticiper sur la conclusion des séances.

Cette activité a été menée sur deux séances, voyons quel a été le déroulement de chacune d’elle. Le déroulement synthétique de la séance « 1 », d’une durée approximative de 56’, est présenté dans le tableau 6.3.

Présentation et dévolution L’enseignante forme des groupes de 2 ou 4, nous l’aidons à déplacer les tables. L’enseignante s’appuie sur deux élèves et le tableau pour montrer un triangle et la façon de le « colorier » avec une croix, mais sans dire que cela est justifié par un gain de temps (temps 5’34" et 19’12"). Le problème, posé à l’oral, est congruent avec celui proposé sur le site Web. Une consigne est aussi écrite pendant le début de la recherche des élèves pour que les élèves puissent s’y référer mais l’enseignante ne l’utilisera pas par la suite. Plus tard, elle prévient les élèves d’une mise en commun limitée après « 5’ » de recherche (finalement 10’). Celle-ci aboutit à la distribution de triangles vierges, ce qui évite aux élèves de les tracer (temps 18’56"). Une autre possibilité aurait été de proposer le matériel dès le début de la séance, M^me^ $\mathcal{S}$ a donc choisi de problématiser l’introduction du matériel, un peu aux dépends du temps de résolution du problème mathématique proprement dit.

Lors de la deuxième mise en commun et à partir de productions d’élèves, l’enseignante précise le problème en écrivant au tableau qu’il faut regrouper les triangles, éviter les doubles, et que l’on peut utiliser des triangles bicolores. Le fait que les élèves apprennent ou se rendent compte de cette dernière possibilité relève pour nous de la compréhension de l’énoncé. En choisissant, consciemment ou non, de ne pas traiter ce point plus tôt dans la séance, le temps de recherche effectif du problème correct est donc réduit.

L’enseignante récapitule les aboutissements de la deuxième mise en commun (temps 36’45") et prescrit une nouvelle tâche qui reste ouverte puisqu’aucune méthode complète de résolution du

auteurs écrivent seulement « *On terminera cette activité en confrontant les productions des différents groupes* ». Des « prolongements » sont proposés sous forme de jeux de puzzles et de dominos.

problème n'est donnée : il faut reprendre les triangles déjà produits, trouver les doubles et en faire d'autres en sachant que l'on peut utiliser deux fois la même couleur. Elle complète par une seconde tâche ouverte : ceux qui pensent avoir fini de chercher des triangles devront justifier qu'ils ont terminé leur recherche.

Les différentes tâches prescrites avant chaque recherche sont donc des tâches ouvertes qui correspondent à un problème congruent.

Phases de recherches autonomes Les trois phases de recherche durent respectivement environ 10', 10' et 16'. Elles sont consacrées à la recherche d'un problème congruent et sont entrecoupées de mises en commun qui précisent ce qui est attendu et ce que les élèves peuvent faire. Entre les deux premières, cette phase dure environ 3'. Pendant que les élèves cherchent à résoudre le problème, l'enseignante circule dans la classe et intervient auprès de quelques groupes. Nous n'avons pas d'éléments concernant ces interventions.

Phases de recherches collectives, phases de validation et de conclusion La première mise en commun suit une recherche de 10' (au lieu des 5' annoncées par l'enseignante) sur un problème congruent. L'objectif annoncé est de partager les idées entre les élèves (temps 17'35") mais l'objectif attendu est sans doute davantage de faire le point sur ce que demande le problème et d'introduire les triangles vierges prévus par l'enseignante. Le fait qu'elle soit courte (environ 3') plaide pour cette hypothèse.

La deuxième mise en commun (temps 30') dure environ 9'. De la même manière que la précédente, elle est annoncée par une consigne très ouverte qui vise à faire partager les avancées des élèves. Cependant, cette consigne est immédiatement suivie d'une phase contrôlée par l'enseignante qui aboutit tout d'abord à faire constater que les élèves doivent mettre les triangles produits en commun puis à mettre en évidence le manque d'intérêt de produire des triangles identiques (doubles) et l'inadéquation des critères esthétiques pour résoudre le problème. Le reste de la mise en commun est consacré à un retour sur la consigne et sur le fait que les élèves devront justifier de la fin de leurs recherches, ce qui est pertinent dans ce type d'activités.

L'intervention spontanée d'une élève (temps 37'54") aboutit à mettre en évidence que les mêmes couleurs dans un ordre différent donne un triangle différent. C'est pour nous le seul moment qui n'apparaît pas comme directement contrôlé par l'enseignante. Les explications qui suivent sont, elles, sous le contrôle de l'enseignante.

La séance se termine par quelques mots de l'enseignante en clôture de la troisième recherche. Elle indique seulement que personne ne lui a donné la solution, qu'ils sont toujours dans leurs recherches et elle leur demande de ranger leur matériel afin de préparer leur recherche lors d'une séance à venir.

Synthèse de l'analyse de la séance Cette première séance vise donc à assurer la dévolution d'un problème congruent à celui du site Web. Si les mises en commun sont très dirigées par l'enseignante, elles consistent essentiellement à préciser la tâche prescrite et à problématiser l'introduction du matériel : caractérisation et recherche des doublons, possibilité d'utiliser plusieurs fois la même couleur, introduction des triangles vierges. De plus, même si l'enseignante cadre explicitement la recherche des doublons et le fait qu'il ne s'agit pas d'une activité de coloriage, elle ne donne pas d'éléments décisifs sur la manière de résoudre le problème. Le compte-rendu de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ résume

Temps	Phases	Durées	Codes
0’00"	Reprise du problème	1’00"	Pres
1’00"	Recherche collective/mise en commun d’une méthode de tri	3’37"	CD
4’37"	Recherche : constitution d’une famille de bicolores	6’02"	RechF
10’39"	Mise en commun	9’13"	CD
19’52"	Classer les triangles bicolores	1’13"	CD
21’05"	Combien manque-t-il de triangles ? Lesquels ? Incursion dans les monocolores	3’22"	CD
24’26"	Compléter les monocolores	2’07"	CD
26’33"	Compléter les tricolores	16’38"	CD
43’11"	Conclusion de la séance	1’27"	Conc
44’39"	Fin de la séance		

TAB. 6.4: Déroulement synthétique de Tri2(III).

assez bien la séance avec l’expression « *travail de recherche interrompu par quelques mises en communs* ». La très courte conclusion de la séance est entièrement portée vers la séance du lendemain que nous analysons maintenant.

Le déroulement synthétique de la séance « 2 » qui dure environ 45’ est présentée dans le tableau 6.4.

Présentation et dévolution Cette fois, les tables sont déjà déplacées et les élèves sont disposés en groupe dès le début de la séance. Le problème, proposé à nouveau aux élèves, est congruent. Dès la première minute, l’enseignante oriente le travail des élèves vers la recherche d’un tri des triangles. Selon nous, la tâche prescrite ferme un peu le problème, puisqu’une méthode est partiellement donnée – il faut trier –, mais il reste néanmoins ouvert car le tri n’est pas donné. Cependant, à l’issue de cette consigne de début de séance, le problème se referme par des phases de recherche fermée ou de cours dialogués.

Phases de recherches autonomes Le seul moment de recherche autonome correspond à une recherche fermée (temps 4’37"). Il est très court (6’) relativement à la durée totale d’environ 45’ si l’on considère, d’une part, notre analyse de la séance précédente[13] et, d’autre part, la grande place réservée à l’exploitation de productions effectuées sans réelle recherche autonome. En effet, les productions faites en autonomie durant cette séance et la précédente sont peu exploitées même si des consignes de l’enseignante vont dans ce sens (par exemple, aux temps 2’1", 3’34"). Plusieurs élèves regardent le tableau avant de produire un triangle au tableau et ils sont très peu nombreux à se référer à leur travail déjà effectué.

D’autres moments de recherche existent mais ils s’inscrivent dans des phases de cours dialogués.

Phases de recherches collectives, phases de validation et de conclusion Pour les mises en commun, à partir du temps 4’37", M^{me} $\mathcal{S}$ s’appuie sur des triangles agrandis accrochés au tableau. Ils ont l’avantage d’être plus visibles mais ne favorisent pas l’utilisation des triangles produits par les

[13]Nous avons conclu que c’était une séance d’appropriation d’un problème congruent.

élèves. Durant les mises en commun, les validations sont très majoritairement l'affaire de l'enseignante et des réponses contradictoires d'élèves non suivies de justification sont peu ou pas exploitées pour faire échanger et débattre les élèves. Son intervention est relativement forte pour diriger le travail des élèves et leur responsabilité dans la résolution du problème est mineure. Deux exemples notables sont le moment où des élèves ne reconnaissent pas que deux triangles sont identiques et où l'enseignante explique et tranche pour la classe (temps 35'23") et le moment où elle demande si on a trouvé tous les triangles et où les réponses négatives sont ignorées (temps 43'11", conclusion de la séance).

La conclusion de la séance concerne essentiellement le nombre de triangles possibles à obtenir. L'enseignante revient aussi sur les nombres de triangles trouvés auparavant par les élèves, mais ceux-ci n'ont pas été discutés et elle donne elle-même des raisons possibles pour expliquer les écarts avec la solution. Il faut aussi noter que la justification de l'exhaustivité et l'interprétation des écarts de réponses sont partielles. D'une part, il n'a jamais été explicitement dit pourquoi avec trois couleurs, on ne peut produire que deux triangles tricolores différents et, d'autre part, le manque de temps de recherche autonome des élèves participe aussi à expliquer pourquoi les élèves n'ont pas trouvé le bon nombre de triangles. Enfin, si des groupes ont peut-être trouvé 32 triangles, il n'est pas sûr qu'ils n'aient pas de doublons pour autant.

Synthèse de l'analyse de la séance La séance s'inscrit dans la suite de la séance précédente et le problème reste ouvert uniquement pendant les premières minutes de la séance. Par la suite, le temps de recherche des élèves, leur responsabilité dans la résolution du problème et l'exploitation de leurs productions sont faibles et la séance se déroule dans majoritairement sur le mode du cours dialogué. L'explication de la solution du problème et des écarts des résultats d'élèves par rapport à cette solution est partielle.

Dans son compte-rendu, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ analyse que la distribution des triangles vierges n'a pas favorisé le travail de groupe et qu'elle a dû agir : regroupement des triangles et recherche des doublons. Elle a aussi trouvé cette phase « *longue et laborieuse* ». Elle propose d'utiliser une feuille unique par groupe avec des triangles dessinés qui pourrait être exploitée lors d'une mise en commun mais note aussi que cela empêche les élèves de tourner les triangles[14]. Son analyse rejoint la nôtre concernant les éléments apportés par les élèves et elle-même au cours du déroulement, ainsi que sur la conclusion de la séance qui institutionnalise plus ou moins l'intérêt d'une organisation pour résoudre un problème d'exhaustivité. À cet égard, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ expliquera lors de la réunion R7-III avoir proposé aux élèves, après les congés de Noël, de réaliser effectivement un jeu de triangles colorés mais que la plupart d'entre eux ne savaient pas comment les produire[15]. Elle dira aussi qu'elle aurait pu expliquer plus tôt la rotation des triangles, c'est à dire qu'elle aurait pu faciliter plus tôt la compréhension du problème.

En conclusion, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ a probablement voulu exploiter plusieurs items des « *éléments de débats possibles* » du site Web mais, malgré le choix de mener la résolution du problème sur deux séances, le déroulement n'a pas permis de développer la recherche ou les débats entre pairs. La logique d'action de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ semble être de s'assurer tout d'abord dans une première séance de la dévolution du problème congruent dans toutes ses finesses et de la problématisation de l'introduction du matériel. Dans la seconde séance, elle veut, ce qui semble logique ici, s'appuyer sur les productions des élèves

[14] L'utilisation d'une pâte adhésive, courante à l'école primaire, permettrait d'éviter ce problème.

[15] Notons que cette situation aurait pu être proposée dès le départ.

mais, une fois l'idée de tri lancée, elle semble ensuite suivre deux logiques d'action contradictoires : d'un côté, refuser explicitement de se prononcer pour l'intérêt de tel ou tel tri proposé par les élèves et, de l'autre côté, attendre que l'idée qu'elle a en tête vienne des élèves pour ensuite la faire appliquer à tous. La résolution du problème se poursuit sous la forme d'un cours dialogué en espérant que les élèves comprennent sa logique et se termine par une conclusion mettant en évidence les écarts entre la solution et les productions des élèves qu'elle a observées. M^me^ $\mathcal{S}$ aurait probablement pu davantage s'appuyer sur les productions des élèves pour qu'ils s'impliquent dans les mises en commun. Sur ce point, elle propose d'ailleurs dans son compte-rendu de faire la mise en commun des triangles au tableau mais sans en préciser les modalités. Or, le déroulement montre l'influence du milieu matériel sur l'implication des élèves. En effet, l'utilisation des triangles agrandis au tableau n'a ici pas favorisé l'exploitation des productions des élèves. Enfin, nous ne savons interpréter le passage, très tôt dans la séance, à des phases de recherches fermées ou de cours dialogués.

Tours(III) – mardi 1 mars

Le problème *Tours* consiste à trouver les combinaisons de quatre cubes empilés de couleurs différentes. Le problème est similaire au problème *Triangles colorés* mais il est plus simple car il n'y a pas de problèmes liés aux rotations. Il subsiste cependant la question de l'orientation qui peut se régler en montrant quelques tours identiques et différentes. L'attention est attirée sur ce point sur le site Web mais la manière de le traiter n'est pas précisée. L'attention de l'enseignante est aussi attirée sur l'intérêt de se mettre d'accord avec les élèves sur la dénomination des tours et de rechercher des méthodes pour s'assurer de l'exhaustivité des tours et de l'absence de doublons. M^{me} $\mathcal{S}$ a consulté toutes les rubriques du site Web et la résolution du problème proposée est accessible aux élèves de ce niveau d'enseignement.

Un compte-rendu de M. $\mathcal{H}$ a été diffusé le même jour que la réunion R7-III, c'est à dire un mois et demi auparavant. L'enseignant décrit bien comment il a utilisé les cubes en début de séance pour présenter le problème. Il décrit les procédures variées de ses élèves de CM2 pour représenter les tours mais la question de l'orientation d'une tour n'est pas évoquée. M^{me} $\mathcal{S}$ n'a donc pas d'élément préalable pour régler cette question, si ce n'est que nous avons signalé lors de la réunion R7-III que des exemples pouvaient permettre de présenter un problème pour laisser plus de place à la recherche elle-même. Lors de la même réunion, alors que M^{me} $\mathcal{S}$ déclare ne pas réussir à mener ses activités sur une séance, les interventions de M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$, qui ont mis en oeuvre *Tours*, et aussi celles de M. $\mathcal{O}$, peuvent l'inciter à le faire, notamment en restreignant ses ambitions en termes de preuves obtenues des élèves.

Voyons maintenant l'analyse de l'unique séance qui a eu lieu, analyse qui sera complétée lorsque ce sera nécessaire par l'entretien téléphonique réalisé le lendemain[16]. La séance dure environ 57' et son déroulement est résumé dans le tableau 6.5 page suivante.

Présentation et dévolution Les élèves sont regroupés par 3 ou 4 et les tables sont déjà déplacées au début de la séance. Le dispositif matériel – feuille unique par groupe, quatre crayons par groupe, c'est à dire un par élève – est censé favoriser la production d'un travail en commun par les élèves avant la première consigne énoncée. Le compte-rendu de *Triangles colorés*, la réunion R7-III et l'entretien le confirment. Cependant, la répartition du matériel fait que les élèves ne peuvent pas

[16] Cf. page 348 pour les notes concernant l'entretien téléphonique.

Temps	Phases	Durées	Codes
0’0"	Présentation du problème	2’54"	Pres
2’54"	Recherche des élèves	23’1"	RechO
25’55"	Première mise en commun	1’43"	MC
27’38"	Faire comme pour le problème *Triangles colorés*	3’4"	CD
30’41"	Deuxième recherche : découpage et tri des tours	9’52"	RechO
40’33"	Deuxième mise en commun : les doubles, les tours retournées	3’1"	CD
43’34"	Troisième recherche : compléter les familles	8’24"	RechO
51’58"	Troisième mise en commun	3’27"	CD
55’24"	Conclusion de la séance : des élèves plus ou moins convaincus	1’26"	Conc
56’50"	Fin de la séance		

TAB. 6.5: Déroulement synthétique de Tours(III).

produire plusieurs tours en même temps, ce qui peut limiter la place du travail de groupe au moins dans un premier temps. Comme pour *Triangles colorés*, M^{me} $\mathcal{S}$ pourrait donc conclure que ces choix matériels peuvent être contre-productifs.

En 3’ environ et comme le suggérait le compte-rendu de M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{S}$ présente le problème en le racontant à l’oral et sans le support d’un énoncé écrit. Elle utilise des cubes pour présenter le problème mais, à l’inverse de M. $\mathcal{H}$, elle fait rapidement produire le dessin d’une tour au tableau. Elle le justifie lors de l’entretien en disant qu’elle avait peur que les CE2 utilisent des schématisations complexes, ce qui est probablement lié à l’inventaire de représentations décrit par M. $\mathcal{H}$. C’est donc une réduction volontaire du potentiel de recherche et de débats de l’activité, mais qui laisse le problème ouvert. C’est aussi une manière de passer moins de temps sur des aspects « matériel », à la différence de la séance Tri1(III) où l’enseignante avait pris du temps pour problématiser l’introduction du matériel. Les élèves ne travailleront ensuite qu’avec des représentations, un peu comme le compte-rendu de M. $\mathcal{H}$ pouvait le suggérer. Nous n’avons pas noté de problème particulier auprès des élèves concernant ce choix de l’enseignante, cependant nous supposons que le manque de manipulation de matériel à ce niveau peut limiter les recherches de tours par les élèves. Notons que la couleur jaune n’est pas très visible au tableau et que l’enseignante en tient compte, ce point n’étant pas évoqué sur le site Web. Elle montre aussi une deuxième tour à l’aide de son matériel en montrant implicitement ce qui pourrait être une méthode pour en trouver d’autres : prendre le cube du dessus et le mettre en dessous. Cette manipulation a l’avantage de montrer un exemple de tour différente de la précédente mais sans évoquer la question de l’orientation des tours. Les élèves devront imaginer cette manipulation sur leur feuille puisqu’ils n’ont pas le matériel. De plus, cette manipulation montre une méthode que les élèves peuvent facilement reprendre à leur compte mais qui risque aussi de les écarter de la solution du problème, puisqu’elle ne permet pas d’obtenir toutes les tours possibles. Pendant le début de la recherche (temps 6’13"), l’enseignante précise explicitement la forme de la tour : les cubes sont les uns sur les autres. Cette précision adressée à l’ensemble de la classe ne concerne cependant, d’après nos observations, que peu d’élèves.

Au début de la séance (temps 2’20"), les consignes successives diffèrent entre elles mais correspondent à des tâches ouvertes et relativement congruentes avec le problème proposé sur le site Web. Il s’agit de faire « plein de tours », puis « le plus possible », puis « d’autres tours » et de les dessiner. On peut raisonnablement supposer que la tâche redéfinie par les élèves est « chercher le plus possible de tours ». Par ailleurs, M^{me} $\mathcal{S}$ dit, lors de l'entretien, qu'elle a reformulé la consigne au sein des petits groupes.

À la fin de la mise en commun (temps 27'38", soit à mi-séance), la tâche prescrite se referme fortement quand l'enseignante rappelle aux élèves le problème *Triangles colorés*. Ils doivent ensuite découper et trier les tours déjà réalisées. Enfin, au temps 43'8", les élèves doivent compléter les familles « rouge en bas, jaune en bas… » éventuellement déjà commencées. Ce resserrement des consignes s'inscrit dans la suite logique de phases de cours dialogués mais la recherche reste ouverte car la méthode n'est pas donnée. L'une de ces phases (temps 40'56") cherche à régler la question de l'identification des doublons mais l'enseignante introduit aussi la méthode qui consiste à retourner une tour « doublon » pour en obtenir une nouvelle, éventuellement manquante. On constate donc un problème de dévolution quant à l'orientation des tours. D'après l'entretien téléphonique, ce problème est identifié par M^{me} $\mathcal{S}$. Selon nous, il pourrait être traité plus tôt dans la séance sans dénaturer les potentiels de l'activité.

Phases de recherches autonomes Les élèves travaillent et cherchent vraisemblablement (tâche redéfinie) à trouver le plus de tours possibles pendant 23'. Nous avons vu que les conditions matérielles sont ici susceptibles de limiter le travail de groupe. La deuxième et la troisième recherches (temps 30'41" et 43'34") sont ouvertes mais relativement limitées dans leur nature du fait de la fermeture de la consigne. Ces recherches durent respectivement 10' et 8' soit 18' au total.

M^{me} $\mathcal{S}$ circule régulièrement dans les rangs et intervient auprès de quelques groupes mais nous n'avons pas d'information sur ses interventions.

Phases de recherches collectives, phases de validation et de conclusion La première partie de la première mise en commun (durée 2') débute par l'évocation concrète de ce qui est attendu à la fin de la résolution du problème (temps 25'55"). Ceci est de nature à favoriser la dévolution du problème. La première réponse proposée par un élève (temps 26'59") pour être sûr d'avoir toutes les tours est immédiatement prise en charge par l'enseignante. Dans cet échange, on note une interprétation divergente des propos de l'élève par l'enseignante[17]. La mise en commun (durée 3') se poursuit comme un cours dialogué qui vise à faire identifier des similarités du problème avec le problème *Triangles colorés* que les élèves ont déjà travaillé en décembre. La deuxième et la troisième mises en commun sont très courtes (durée 3') et sont aussi des sortes de cours dialogués. Dans la deuxième (temps 40'33"), l'enseignante montre ce que sont deux tours identiques (« les doubles ») et donne la méthode de retournement d'une tour. Dans la troisième (temps 51'58"), elle forme collectivement avec les élèves la famille des 6 tours de base rouge. Il n'y a pas d'échanges entre les élèves dans ces trois mises en commun, ce dont M^{me} $\mathcal{S}$ est bien consciente d'après l'entretien, et les productions des élèves sont exploitées de manière relativement directive.

La phase de conclusion de la séance est très courte, ce qui peut s'expliquer par la durée de la séance. Les interventions de l'enseignante sont directives et visent à faire constater que la famille des tours à base rouge est complète et que la même méthode pourra être utilisée pour les 3 autres couleurs, ce qui permettrait de résoudre le problème dans une prochaine séance. Cependant, les réponses d'élèves (temps 55'24") tendent à faire penser qu'ils n'ont majoritairement pas bien compris

[17] M^{me} $\mathcal{S}$ demande comment elle peut être sûre qu'elle a fait toutes les tours possibles. Un élève propose de réunir toutes les feuilles, pour voir si ce sont les mêmes. Elle dit que c'est pour avoir le plus possible de tours différentes.

la méthode suivie. L'enseignante aborde aussi la question du nombre de tours, question qui n'avait pas été évoquée dans les tâches précédentes.

Synthèse de l'analyse de la séance Cette séance dure un peu moins d'une heure. Un problème relativement congruent à celui proposé sur le site Web a été proposé aux élèves au début de la séance. Ces derniers l'ont cherché durant près de la moitié de la séance puis le fonctionnement de la classe a majoritairement été celui du cours dialogué avec une référence au problème *Triangles colorés*, déjà travaillé en décembre. Après la séance, l'enseignante s'est dit surprise par le fait que les élèves n'aient pas réinvesti ce qu'ils avaient déjà vu lors de la résolution de ce problème[18]. Selon nous, ceci était prévisible puisque, même si la réalisation effective d'un jeu de triangles par les élèves aurait pu favoriser un réinvestissement, la mise en évidence de la méthode de résolution au cours de la deuxième séance a été gérée majoritairement sur le mode du cours dialogué. L'idée de traiter un problème de combinatoire par des tris et des classements n'est donc ni disponible, ni mobilisable (Robert 1998). Comme dans *Triangles colorés*, M^{me} $\mathcal{S}$ a dû gérer à mi-séance des questions relevant de la compréhension de l'énoncé qu'elle a bien identifiées – doublons, retournement d'une tour – mais qui, selon nous, pourraient probablement être réglées plus tôt dans la séance. Elle a d'ailleurs évoqué elle-même l'intérêt de cette option lors de R7-III. Sa logique d'action peut être résumée ainsi : tenter de dévoluer un problème congruent et mener sa résolution en une séance puis, face à la découverte de difficultés de compréhension de l'énoncé et au temps qui passe, prendre en charge la résolution en exploitant peu ou pas les productions des élèves. Il semble qu'il y ait une tension entre, d'un côté, sa volonté de dévoluer recherches et débats aux élèves qui s'exprime dans des phases de recherches ouvertes d'environ 10', et, d'un autre côté, la volonté d'avoir une pratique cohérente avec les autres collègues de la CoP[19], tension qui s'exprime dans des courtes phases de cours dialogués d'environ 3'.

Cordes(III) – mardi 10 mai

La narration de la séance se trouve à partir de la page 335. La présentation du problème sur le site Web se trouve à partir de la page 365. Son analyse est présentée à partir de la page 151 et on en a rappelé les aspects principaux plus haut pour l'analyse de la mise en oeuvre de l'année I dans une classe de CE2/CM1/CM2. Sans observation, M^{me} $\mathcal{S}$ l'a aussi mis en oeuvre sur trois séances dans une classe de CM1/CM2 l'année II. Pour ces deux précédentes mises en oeuvre, elle n'avait parcouru que la première version du problème sur le site Web[20]. M^{me} $\mathcal{S}$ a parcouru l'intégralité des pages du site Web concernant le problème deux mois et demi auparavant[21], elle a donc pu prendre connaissance des améliorations apportées à la présentation du problème : la meilleure présentation des méthodes de résolution grâce aux animations, l'avertissement sur l'influence des nombres de points sur les procédures des élèves et les commentaires, c'est à dire l'attention à porter à la confusion corde/diamètre, la variable didactique « nombre de points », l'induction de la méthode par récurrence par le traitement de nombres consécutifs de points et sur les recherches et les débats possibles autour de l'exhaustivité des solutions, de la communication de la démarche, des justifica-

[18] Elle en reparlera lors de la réunion R8-III. Avant l'expérimentation, elle avait déjà rencontré ce problème de réinvestissement de méthodes, il s'agissait de réinvestir des méthodes les plus efficaces, cf. note 54 page 261.

[19] Notamment M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$ qui disent, lors de R7-III, gérer les activités sur une séance.

[20] En effet, M^{me} $\mathcal{S}$ n'a pas consulté le site Web l'année II alors que des améliorations étaient disponibles.

[21] Le 27 février.

Temps	Phases	Durées	Codes
0'00"	Présentation du problème – cas général	2'52"	Pres
2'52"	Présentation du problème – cas particuliers	2'59"	Pres
5'51"	Première recherche – cas 6 points	16'3"	RechO
21'54"	Préparation première mise en commun	2'44"	RechO
24'38"	Première mise en commun – la procédure itérative apparaît, traçage et comptage	4'42"	MC
29'20"	Mise en commun – une autre explication similaire, traçage et comptage	3'00"	MC
32'20"	Mise en commun – un compte-rendu d'élève remis en cause par l'enseignante	1'43"	MC
34'03"	Mise en commun – on peut tracer et compter en même temps	1'28"	MC
35'31"	Résolution collective dans le cas de 6 points	7'06"	CD
42'37"	Conclusion de la séance	1'42"	Conc
44'19"	Fin de la séance		

TAB. 6.6: Déroulement synthétique de Cord(III).

tions de la méthode multiplicative découverte de manière empirique et de l'efficacité des méthodes. À notre arrivée, M^{me} $\mathcal{S}$ nous dit qu'elle avait oublié que nous venions et qu'elle s'en est rappelé la veille. Elle a consulté à nouveau toutes les rubriques concernant le problème le matin même après avoir consulté toutes celles de *Rectangles*, celles concernant l'*Information sur le projet* – dont les *Propositions pratiques*[22] – et la présentation de *Golf*. De plus, elle sait par expérience que des élèves peuvent trouver plusieurs méthodes pour ce problème[23]. Il n'y a pas d'autre compte-rendu de ce problème que le sien et celui de M. $\mathcal{M}$ qu'elle connaissait déjà. On peut donc dire que M^{me} $\mathcal{S}$ dispose de beaucoup d'informations à ce moment-là qui lui permettent d'enrichir sa pratique par rapport à ce qu'elle a déjà expérimenté. Voyons ce qu'il en est.

La résolution de ce problème a eu lieu sur au moins deux séances mais nous n'avons observé que la première et nous n'avons pas d'information concernant la deuxième. Son déroulement, d'une durée de 45', est résumé dans le tableau 6.6.

Présentation et dévolution En rentrant dans la classe, les tables sont déjà déplacées et les élèves s'installent tout de suite en groupes de 3 ou 4 formés par l'enseignante, comme pour les deux séances précédentes. M^{me} $\mathcal{S}$ évoque rapidement quelques règles générales de travail de groupe qui ne sont pas spécifiques des mathématiques. Elle ajoute que chaque groupe devra choisir un rapporteur, ce point avait été évoqué à deux réunions. Lors de R7-III et avec M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{S}$ proposait plutôt de donner le même rôle à chaque élève et M. $\mathcal{D}$ précisait que cela permettait à l'enseignant d'interroger l'élève qu'il souhaitait le moment venu, ce que nous rappelions à nouveau lors de R9-III. Elle annonce que quelques productions seront utilisées pour la mise en commun, point aussi évoqué lors de R9-III. Un peu à la manière de M. $\mathcal{H}$ (réunion R9-III), l'énoncé écrit sur le tableau est dévoilé :

[22]Cependant, nous verrons plus loin que M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle n'a pas lu les *Propositions pratiques*.

[23]Pour mémoire, elle a aussi pu lire notre mémoire de DEA dont elle avait notamment retenu que, à son insu, elle dirigeait trop les recherches des élèves, cf. réunion R4-II.

il s'agit d'un cercle dessiné sur une grande feuille avec 5 points disposés de manière irrégulière sur le cercle et 3 cordes tracées. La consigne « *À partir des points placés sur un cercle, est-ce que je peux compter toutes les cordes ?* » est, elle, écrite directement sur le tableau. Aucune des cordes n'est un diamètre et un point est l'extrémité de deux cordes. Le problème posé est donc congruent avec la version la plus ouverte proposée sur le site Web et la présentation alliant figure et énoncé écrit est plus riche que dans la séance de l'année I. Le fait qu'un point puisse appartenir à deux cordes est, cette fois, tout de suite pris en charge. Quant au mot *corde* qui, cette fois, n'est pas défini dans l'énoncé, il est expliqué avec l'aide de deux élèves envoyés au tableau qui tracent de nouvelles cordes. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ vérifie aussi la lisibilité du tableau en allant au fond de la classe et en retouchant le tracé des points. Concernant le choix de fixer le nombre de points de départ, l'enseignant prévient que le nombre de points sera susceptible de varier par la suite, ce qui est une option que nous n'avions pas prévue. Il est possible qu'elle se soit inspirée à la fois du site Web, qui proposait plusieurs cas, de sa propre expérience, mais aussi de la proposition de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ qui proposait lors de la réunion R9-III de présenter un planning minimal de l'activité. Globalement, la façon de procéder de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ favorise la dévolution du problème aux élèves en (1) les impliquant dans la compréhension de l'énoncé sans faire un exercice de lecture et (2) en impliquant les élèves dans des tâches fermées dont l'objectif principal est de faire comprendre l'énoncé. La tâche principale est ensuite refermée en passant au cas unique des 6 points (temps 5'3") et en insistant implicitement sur le traçage des cordes. Cependant, le nombre de cordes à trouver (15) n'est pas susceptible de fermer complètement la tâche pour ces élèves de CE1/CE2, d'autant qu'aucune méthode de résolution n'a été donnée. En particulier, l'enseignante laisse optionnel l'usage du compas (temps 6'31"). Le problème est relativement ouvert au début de la recherche des élèves.

Phases de recherches autonomes La recherche autonome des élèves est essentiellement consacrée au traitement du cas des 6 points (environ 40% de la durée de la séance). Il s'agit d'une recherche par groupes dès la présentation du problème. Comme pour les séances *Triangles colorés* et *Tours*, la feuille commune permet difficilement un travail individuel préalable au travail de groupe, les productions des élèves sont donc susceptibles d'être moins riches que s'ils avaient eu un temps minimal de recherche individuelle.

Pendant la recherche, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ circulent entre les rangs et intervient parfois auprès des élèves. Nous avons peu de renseignements concernant ces interactions mais nous avons noté pendant notre observation qu'elle demandait à certains groupes de se préparer à justifier, avant de demander à tous de se préparer à expliquer. Nous y revenons tout de suite.

Phases de recherches collectives, phases de validation et de conclusion Ci-dessus, nous avons déjà vu qu'au moment de la dévolution du problème, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ pose des jalons précis pour la mise en commun à venir pour certains groupes mais peut-être pas tous. En effet, elle demande à certains de « *justifier* » alors qu'ensuite, elle demande uniquement d'« *expliquer* » à tous, ce qui est moins précis dans ce type d'activité. L'aspect « justification », qu'elle ne reprendra pas par la suite, et « préparation à une mise en commun » ont été abordés lors de R9-III. Elle a aussi déjà voulu utiliser la technique consistant à demander des justifications dans les consignes pour Tri1(III) et Tri2(III). Ceci dit, ce choix est tout de même de nature à favoriser la qualité des formulations des élèves du fait qu'ils sont appelés à émettre des formulations entre eux avant d'intervenir devant la classe. Cependant, le fait que la tâche prescrite ne soit pas claire par rapport à la résolution du problème en limite l'intérêt car, à moins que ce ne soit implicite, il ne s'agit pas ici de discuter de la pertinence des méthodes ou des résultats trouvés mais de se mettre d'accord sur « *Comment [ils ont] fait* », c'est à dire sur l'histoire de leur recherche. À cet égard, avait été évoqué lors de la réunion R9-III le fait que certaines interventions d'élèves étaient parfois longues et difficiles à suivre, ce qui peut expliquer une certaine rigueur et un certain rythme de M^{me} $\mathcal{S}$ pour gérer les mises en commun en s'appuyant sur des productions d'élèves. Dans cette optique, pour la première mise en commun (temps 21'55"), M^{me} $\mathcal{S}$ répète que, pour des raisons de temps, toutes les productions ne vont pas être exposées.

Pendant les mises en commun, un modèle d'interaction apparaît plusieurs fois (par exemple aux temps 24'46", 26'14, 26'39, 29'20", 32'20"). L'élève présente ce que le groupe a fait, l'enseignante demande des explications, l'élève concerné ou, plus rarement, un autre élève, répond. Dans ce modèle, l'implication des autres élèves est peu favorisée. Il est parfois suivi d'une tentative de dévolution des échanges et de débats aux élèves (par exemple aux temps 25'31", 27'55", 30'23", 34'52") mais qui n'aboutit pas. Les autres sollicitations de M^{me} $\mathcal{S}$ consistent à demander si d'autres élèves ont fait autrement (temps 28'53", 34'3", 35'31"). Cette technique exposée lors de la réunion R9-III permet de limiter le nombre de productions, d'un côté, en favorisant l'attention des élèves, et, d'un autre côté, en mettant l'accent sur le partage et la distinction des méthodes. Cependant, elle n'aboutit pas davantage car, selon nous, les élèves peuvent penser que l'enseignante a déjà posé toutes les questions pertinentes et qu'elle a les moyens d'évaluer la validité ou l'intérêt de ce qui vient d'être exposé. Après ces tentatives, tout se passe un peu comme s'il y avait une sorte de consensus implicite entre les acteurs sur la validité des propositions (par exemple au temps 37'41", où on voit aussi l'enseignante laisser de côté la méthode multiplicative développée par l'élève) ou bien comme si la majorité l'emportait (par exemple au temps 42'38").

Le temps 34'51" contient un embryon de la phase de cours dialogué (env. 7') qui suit puisque c'est l'enseignante qui prend l'initiative de vérifier ce que vient d'énoncer un élève. Cette phase vise à faire appliquer la méthode itérative par les élèves. Dans cette phase, deux « incidents » sont rapidement écartés par l'enseignante (temps 34'52", où un élève dit que tracer et compter en même temps est source de confusion, et temps 36'53", où un élève propose une multiplication non pertinente). Enfin, les réponses contradictoires des élèves à la question de savoir si la méthode exposée est une bonne façon de faire est susceptible de renouveler la recherche du problème (temps 42'38"), éventuellement pour une prochaine séance. Peut-être pour des raisons de temps, M^{me} $\mathcal{S}$ les ignore et clôt rapidement la séance.

M^{me} $\mathcal{S}$ est généralement attentive à ce que les élèves parlent suffisamment fort pour que leurs pairs puissent les entendre. Elle cherche à s'assurer que les élèves comprennent et elle reformule les explications données sans pour autant les modifier. Cependant, elle ne se rend pas au fond de la classe, comme elle l'a fait au début de la séance, pour vérifier que les conditions sont optimales pour que les élèves du fond puissent participer. En effet, sa position, devant le tableau à côté de l'élève qui présente, ne lui permet pas de voir que les productions sont parfois peu visibles du fond de la classe[24] et que l'on n'entend pas toujours l'élève au tableau (par exemple au temps 26'38" où l'enseignante ne reprend pas, cette fois-là, les propos de l'élève). De plus, le tableau est peu utilisé à ces moments-là.

En termes de logique d'action, nous interprétons ce qui précède en disant que l'enjeu de la séance est plus centré sur la compréhension des méthodes proposées par quelques élèves que sur la

[24] C'est par exemple le cas quand l'élève tient sa production devant lui au temps 24'36".

justification de faits mathématiques. La pertinence des méthodes n'est pas discutée, malgré une consigne susceptible de provoquer des échanges entre élèves au sujet des méthodes proposées (34'51")[25]. En effet, cette consigne, qui est peut-être aussi trop imprécise, se trouve effacée par un incident – un élève qui pense que la méthode n'est pas pertinente – et par la suite qu'y donne M^{me} $\mathcal{S}$ sur le mode du cours dialogué.

La conclusion de la séance dure environ 1' et fait suite à une séance de plus de 40' . Elle est donc relativement courte et tout se passe comme si l'enseignante souhaitait finir rapidement la séance. En effet, elle valide en une phrase des faits mathématiques qui n'ont pas tous été exposés ou discutés (42'37") puis demande aux élèves de se prononcer sur cette validation. Les réponses des élèves sont mitigées mais l'enseignante n'en tient pas compte. De plus, les élèves ne répondent pas à sa deuxième demande de validation (42'59"). Elle prescrit alors une tâche très ouverte – « *Que pensent les élèves de cette façon de compter ?* » – qui peut plus facilement obtenir des réponses mais sans assurer qu'elles soient forcément orientées sur la résolution du problème mathématique posé. Elle dit aussi aux élèves qu'ils reprendront le problème dans plusieurs jours avec d'autres nombres de points.

Synthèse de l'analyse de la séance Comme vu à chaque fois dans la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$, le problème posé est congruent et reste ouvert en première partie de séance ou suite de séances. Cependant, la logique d'action de M^{me} $\mathcal{S}$ s'est enrichie par rapport aux séances précédemment analysées, notamment en ce qui concerne la présentation du problème qui est plus efficace et plus rapide, la limitation des productions exploitées et l'utilisation de consignes de nature à favoriser les échanges et débats entre élèves. La présence de plusieurs éléments nouveaux sont susceptibles d'être expliqués, d'une part, par l'expérience accumulée par M^{me} $\mathcal{S}$ avec ce problème et, d'autre part, par les apports des réunions R7-III, R9-III : un bref rappel de règles pour le travail en groupes et une description rapide du déroulement à venir de la séance, une présentation de l'énoncé qui cherche à limiter le « piège » de sa lecture et qui vise à favoriser une dévolution rapide du problème, des consignes visant à favoriser des justifications et des échanges de nature mathématique entre élèves, une attention plus fréquente à ce que les élèves voient et entendent ce qui est exposé. À l'inverse, la désignation des rapporteurs est déléguée aux élèves dès le début de la séance alors que les réunions R7-III et R9-III avaient plutôt considéré que ce procédé enlevait des marges de manoeuvre à l'enseignant. Certains élèves sont du cycle 2 au lieu d'être uniquement du cycle 3 les années précédentes. Comme M^{me} $\mathcal{S}$ le dit lors de la réunion R9-III, elle veut moins s'appuyer sur l'écrit à cause de la présence des CE1. C'est pourtant ce qu'elle fait un peu ici alors que, sur les 7 problèmes observés avant la réunion R9-III, 5 avaient été présentés essentiellement à l'oral. On peut tenter de l'expliquer par une volonté de se conformer à l'obligation d'en passer par l'écrit au cycle 3 qui apparaît aux réunions R7-III et surtout R9-III comme une contrainte liée à la composante sociale de la pratique des enseignants. Cependant, M^{me} $\mathcal{S}$ aménage cette contrainte qui va à l'encontre de sa composante personnelle en s'assurant tout de même d'une présentation claire et rapide de l'énoncé du problème à l'oral et en s'aidant des élèves.

Le support de travail des élèves, ici la feuille unique pour le travail en groupes, est susceptible de poser à nouveau problème, comme dans Tours(III) et, d'une manière différente puisqu'il s'agissait seulement d'un temps supplémentaire pour assurer la problématisation de l'introduction du supporte, dans Tri(III). On peut supposer qu'il aurait été intéressant que les élèves s'essaient d'abord

[25] L'enseignante demande comment leur paraît l'idée précédemment développée.

seul à la résolution de ce problème afin d'enrichir le travail au sein des groupes.

Dans cette séance, la majorité des consignes de mises en commun est plus axée sur l'historique de la recherche que sur des débats concernant la validité des propositions ou la pertinence des méthodes alors que M^{me} $\mathcal{S}$ semble, comme pour Tri1+2(III), consciente de l'intérêt de faire porter les échanges sur des validations de faits mathématiques. Nous avons relevé plusieurs consignes visant à favoriser l'implication des élèves dans des échanges, mais les débats sont finalement peu dévolués aux élèves. Pour expliquer ce constat en forme de paradoxe, on note que les consignes données par l'enseignante, si elles sont précises au début de la séance, sont, par la suite, très, voire trop, ouvertes ou générales, c'est à dire peu axées explicitement sur le problème en cours de résolution ou sur la pertinence des productions étudiées par rapport à ce problème. De plus, l'enseignante demande plusieurs fois, dans un premier temps, des explications complémentaires aux élèves qui avancent une proposition avant, dans un second temps, de demander leur avis aux autres élèves. La sollicitation des élèves a été évoquée lors de la dernière réunion et dans les *Propositions pratiques* sur le site Web, mais il est possible que les élèves ne comprennent finalement pas ici ce qui est attendu d'eux. Avec l'ouverture des consignes de l'enseignante, leur manque d'expérience dans ce type d'activités en est aussi probablement une autre cause. L'enseignante procède comme si elle demandait des explications afin d'évaluer la procédure exposée puis elle demande leur avis aux élèves qui (1) n'ont pas forcément été attentifs aux échanges enseignante-élèves et (2) ne voient pas l'intérêt de prendre le risque de valider ou d'invalider une proposition que l'enseignante a apparemment pu déjà évaluer elle-même : il n'y a pas d'enjeu ou alors il n'est pas clair pour les élèves. Face au manque de réactivité des élèves ou au peu de pertinence de leurs réponses, face au manque d'efficacité de son action alors qu'elle a enrichi sa pratique et aussi face au temps qui avance, l'enseignante prend alors davantage d'initiatives de nature à faire avancer la résolution dans un mode de cours dialogué, c'est à dire sans faire porter la responsabilité de celle-ci aux élèves.

Enfin, ayant très probablement choisi tardivement, la veille ou le matin même, le problème qu'elle allait mettre en oeuvre, on peut supposer que M^{me} $\mathcal{S}$ a choisi ce problème car elle l'avait déjà mis en oeuvre deux fois et qu'elle espérait tirer un certain profit de son expérience et des réunions précédentes.

6.1.3 Analyse quantitative des séances de M^{me} $\mathcal{S}$

Les bases de la méthodologie d'analyse quantitative des séances sont présentées à la section 3.3.3 page 68. Nous présentons maintenant cette analyse qui concerne les points suivants :
- le nombre probable de séances consacrées à chaque problème ;
- la durée totale des séances ;
- la répartition du temps entre les différents types de phases.

On trouvera en annexe le tableau B.1 page 343 qui regroupe, la durée totale de chaque séance ainsi que, en haut de tableau, les durées de chaque type de phases et, en bas de tableau, les pourcentages de sa durée totale correspondants.

Nombre probable de séances par problème

Certaines activités ont été menées sur plus d'une séance et nous n'avons pu observer qu'une partie d'entre elles. Nous le savons, soit parce que M^{me} $\mathcal{S}$ l'a dit, soit parce que la fin de certaines séances nous le laisse supposer. Il est aussi possible que des activités aient été continuées sans que

Séances	Nb probable de séances	Nb de séances observées
Pisc(I)	$\geqslant 2$	1
Cord(I)	1	1
Cord(II)	3 (cf. réunion R4-II)	0
PGP(II)	$\geqslant 2$	1
SD1+2(II)	$\geqslant 3$	2
Golf1+2(II)	$\geqslant 3$	2
Tri1+2(III)	$\geqslant 2$ (constr. jeu tri.)	2
Tours(III)	$\geqslant 2$	1
Cord(III)	$\geqslant 2$	1

TAB. 6.7: Nombre probable de séances pour les différents problèmes mis en oeuvre par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$.

Séances	Durées	Moy. annuelles
Pisc(I)	34’21"	$\approx$ 45’4"
Cord(I)	55’46"	
PGP(II)	55’43"	
SD1(II)	42’50"	
SD2(II)	30’19"	$\approx$ 44’12"
Golf1(II)	49’20"	
Golf2(II)	42’48"	
Tri1(III)	55’52"	
Tri2(III)	44’39"	$\approx$ 50’26"
Tour(III)	56’52"	
Cord(III)	44’19"	
Moyenne	46’37"	
Écart-type	9’03"	

TAB. 6.8: Durées des séances de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$.

nous en ayons eu connaissance. Dans le tableau 6.7, nous avons récapitulé le nombre probable de séances consacrées à chaque problème et le nombre de séances observées. Ceci nous permet de voir que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ consacre généralement plus d’une séance à un problème donné, la seule exception étant Cord(I). Par ailleurs, Tours(III) pourrait aussi être considéré comme une unique séance puisque le problème est résolu lors de la première. Cependant, nous n’avons pas d’élément concernant la deuxième et l’analyse qualitative a montré qu’il n’était pas évident que les élèves aient bien compris la résolution du problème.

Durée des séances

En étudiant le diagramme de la figure 6.1 page suivante et le tableau 6.8, on voit que la durée des séances varie entre un peu plus d’une demi-heure et un peu moins d’une heure. La durée moyenne des séances est de 46’37" pour l’ensemble des séances, 45’4" pour l’année I, 44’12" pour l’année II

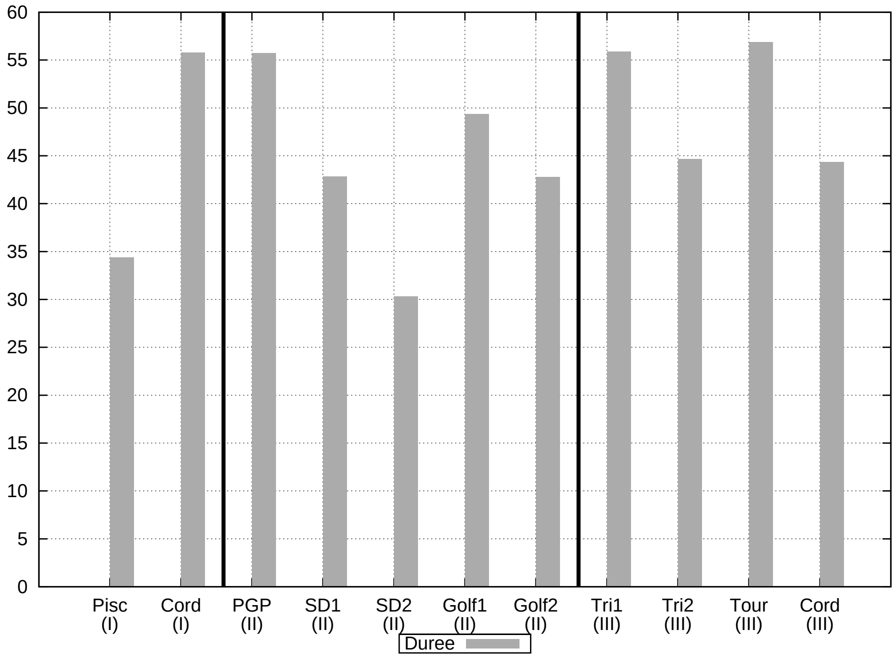


FIG. 6.1: Durées des séances de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ (en min.).

et 50’26" pour l’année III. La durée moyenne augmente donc légèrement pour l’année III, d’environ 5’, alors que les élèves de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ sont un peu plus jeunes (CE1/CE2) que les années précédentes. Ce point est remarquable notamment car il s’agit de situations de recherche. Deux des situations de cette année, *Triangles colorés* et *Tours*, nécessitent une réalisation de type « découpage-coloriage » de la part des élèves qui explique en partie leur différence de durée de 10’ avec la durée moyenne des séances toutes années confondues. Il reste que la concentration des élèves reste requise. Alors qu’on pourrait attendre que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ limite le temps des séances car elle a un public plus jeune, c’est plutôt l’inverse qui se produit. En considérant les séances cumulées à l’aide du tableau 6.11(a) page 248, on observe aussi une augmentation chronologique du temps consacré pour les trois problèmes observés sur deux séances : *Somme et différence*(II), *Golf*(II) et *Triangles colorés*(III). En rapprochant ce constat de celui concernant l’augmentation de la durée moyenne des séances prises individuellement, nous sommes tenté de supposer que M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ consacre davantage de temps à chaque activité de recherche en fin d’expérimentation, même lorsque celles-ci se déroulent sur plusieurs séances, ce qui tendrait à montrer son intérêt pour les activités RPP et leur gestion.

Toujours pour les trois activités observées sur deux séances citées plus haut, on observe dans le diagramme de la figure 6.1 que la séance « 2 » d’un problème est toujours plus courte que la séance « 1 »[26]. On peut tenter de l’expliquer par la place plus importante des phases de cours dialogué dans ces séances. Le temps didactique avance plus rapidement quand il est davantage pris en charge par l’enseignante et les séances se terminent plus rapidement.

Après avoir étudié les durées des séances, il est maintenant naturel d’étudier la façon dont est utilisé le temps consacré aux différents types de phases.

[26] Respectivement de 6’32", 12’31" et 11’13".

Répartion du temps selon les types de phases

On a vu plus haut que la majorité des problèmes avaient été traités sur plus d'une séance et que les séances n'ont pas toutes été observées. La comparaison des répartitions du temps selon les types de phases entre les différentes séances a donc peu de sens. Par exemple, avec l'analyse qualitative de *Triangles colorés*, on a vu une séance « 1 » consacrée majoritairement aux recherches autonomes des élèves et la deuxième majoritairement consacrée à des échanges collectifs. Ainsi, comparer une séance « 1 » d'un problème avec la séance « 2 » d'un autre problème a peu de sens pour rechercher des évolutions dans la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$. Puisque nous avons observé au moins la séance « 1 » de chaque problème, exception faite de Cord(II), non observé et mis en oeuvre en début d'année, il semble logique de nous concentrer sur celles-ci. De plus, puisque nous savons que certaines ont été suivies d'une séance « 2 », nous allons écarter Cord(I), mis en oeuvre sur une unique séance, et aussi Tours(III), résolu sur une unique séance, même si le travail des élèves a pu se poursuivre sur au moins une autre séance. Notre analyse sera donc d'abord centrée sur la série de séances « 1 » restantes et a priori homogènes. Par ailleurs, nous avons aussi observé la résolution de trois problèmes menés sur deux séances chacun : SD1+2(II), Golf1+2(II) et Tri1+2(III). Ceux-ci offrent aussi l'intérêt d'être répartis consécutivement sur les deux dernières années. Une partie de notre analyse leur sera aussi consacrée.

Commençons l'étude de la répartition du temps consacré à la présentation des problèmes en nous concentrant sur les séances « 1 ». Les tableaux 6.9(a) et 6.9(b) page suivante récapitulent les données concernant les séances « 1 » retenues et les moyennes annuelles des durées des types de phases de ces séances.

Le temps consacré à la présentation d'un problème lors de la séance « 1 » est en moyenne de 12,4% d'une séance (écart-type 3,5). Avec les moyennes des pourcentages pour chaque année, on peut observer une variation au long de l'expérimentation : 16,3% pour l'année I, 10,6% pour l'année II et 13,1% pour l'année III. Il y a donc une baisse puis une hausse de ce temps en pourcentage. Cependant, on voit que la durée moyenne est de 5'42" avec un écart-type de 1'31", les évolutions sont finalement peu significatives. Par ailleurs, nous avons aussi identifié une amélioration de la présentation lors de l'analyse qualitative de la dernière séance observée : Cord(III). Les présentations seraient-elle plus efficaces et plus rapides ? Ces premiers résultats ne permettent pas de répondre à cette question, d'autant que chaque problème ne nécessite pas forcément le même temps pour être exposé et que les élèves et leurs difficultés de compréhension diffèrent suivant les années. Cependant, nous avons tout de même identifié un phénomène intéressant en considérant l'ensemble des séances « 1 », qu'elle soient ou non uniques pour le problème concerné. Le tableau 6.10 page ci-contre synthétise la façon dont M^{me} $\mathcal{S}$ présente le problème, soit à l'aide d'un énoncé écrit (phase de lecture conséquente, explication des mots, etc.), soit à l'aide d'un énoncé oral (pas d'énoncé écrit ou alors avec un rôle secondaire)[27]. D'une part, il y a une baisse du temps consacré à la présentation du problème pour chaque modalité de présentation, orale ou écrite, au long de l'expérimentation, exception faite du problème Tri(III). D'autre part, la présentation représente, en moyenne, 10,4% du temps des séances « 1 » pour l'oral contre 15,4% pour l'écrit. Toutes choses étant supposées égales par ailleurs, on peut interpréter ce résultat de deux façons. D'un côté, on peut supposer que M^{me} $\mathcal{S}$ maîtrise mieux la présentation orale que la présentation écrite d'un problème, mais ceci ne

[27] Il resterait à classer le cas d'un énoncé écrit qui serait uniquement lu à l'oral. La structure plus complexe d'un énoncé écrit nous ferait sans doute considérer ce cas comme relevant de l'énoncé écrit. *In fine*, les dénominations retenues ne sont peut-être pas les plus pertinentes mais elles permettent déjà d'obtenir des résultats.

Séances	Pres	RechO	RechF	MC	CD	Conc	*Total*
Pisc(I)	5’36"	15’17"	0’	12’53"	0’	0’35"	*34’21"*
PGP(II)	6’37"	27’36"	0’	14’29"	6’42"	0’19"	*55’43"*
SD1(II)	6’00"	20’54"	0’	15’49"	0’	0’07"	*42’50"*
Golf1(II)	2’52"	27’30"	0’	18’45"	0’	0’13"	*49’20"*
Tri1(III)	7’15"	36’39"	0’	11’25"	0’	0’33"	*55’52"*
Cord(III)	5’51"	18’47"	0’	10’53"	7’06"	1’42"	*44’19"*
Moyennes	5’42"	24’27"	0’	14’02"	2’18"	0’35"	*47’04"*
Écarts-types	1’31"	0’59"	0’	2’57"	0’13"	0’00"	*1’09"*
Pisc(I)	16.3	44.5	0.	37.5	0.	1.7	*34’21"*
PGP(II)	11.9	49.5	0.	26.0	12.0	0.6	*55’43"*
SD1(II)	14.0	48.8	0.	36.9	0.	0.3	*42’50"*
Golf1(II)	5.8	55.7	0.	38.0	0.	0.4	*49’20"*
Tri1(III)	13.0	65.6	0.	20.4	0.	1.0	*55’52"*
Cord(III)	13.2	42.4	0.	24.6	16.0	3.8	*44’19"*
Moyennes	12.4	51.1	0.	30.6	4.7	1.3	*47’4"*
Écarts-types	3.5	8.5	0.	7.8	7.3	1.3	*1’09"*

(a) Données quantitatives des séances « 1 » en durée (en haut) et en pourcentage de la durée totale (en bas).

Années	Pres	RechO	RechF	MC	CD	Conc	*Total*
I	16.3 (0.0)	44.5 (0.0)	0. (0.0)	37.5 (0.0)	0.0 (0.0)	1.7 (0.0)	*34’21" (0’00")*
II	10.6 (4.3)	51.3 (3.8)	0. (0.0)	33.6 (6.6)	4.0 (6.9)	0.4 (0.2)	*49’18" (6’27")*
III	13.1 (0.0)	54 (16.4)	0. (0.0)	22.5 (3.0)	8.0 (11.3)	2.4 (2.0)	*50’6" (8’10")*

(b) Moyenne de la durée des types de phases en pourcentage de la durée totale pour les séances « 1 ». Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses.

TAB. 6.9: Données quantitatives moyennes annuelles concernant les séances « 1 » de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$.

Séances	Présentation de l’énoncé	Durée (séance 1, en %)	Niveau d’ens.
Pisc(I)	Orale	16,3	CE2/CM1/CM2
Cord(I)	Écrite	19,0	CE2/CM1/CM2
PGP(II)	Orale	11,9	CM1/CM2
SD1(II)	Écrite	14,0	CM1/CM2
Golf1(II)	Orale	5,8	CM1/CM2
Tri1(III)	Orale	13,0	CE1/CE2
Tours(III)	Orale	5,1	CE1/CE2
Cord(III)	Écrite	13,2	CE1/CE2

TAB. 6.10: Modalité de présentation de l’énoncé dans les séances « 1 » de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$. L’alignement à droite dans la colonne *Durée* distingue les présentations orales des présentations écrites.

tient pas compte des compétences des élèves en maîtrise de la langue écrite. D'un autre côté, on peut aussi supposer que la présentation orale d'un énoncé est plus efficace par nature dans ce genre d'activités et que M^me^ $\mathcal{S}$ a intégré ce constat dans sa pratique. Il serait donc intéressant d'étudier ce phénomène avec la mise en oeuvre d'un même problème par plusieurs enseignants d'autant que, avec les mêmes données, on constate une réduction du temps de présentation de *Cordes* entre les années I et III alors que la présentation orale est remplacée par une présentation écrite. Cependant, on peut ici l'expliquer par la meilleure maîtrise de *Cordes* par M^me^ $\mathcal{S}$ que l'analyse qualitative a mis en évidence.

Concernant les durées des recherches autonomes des séances « 1 », on constate une légère augmentation des moyennes annuelles des recherches ouvertes et une absence de recherches fermées. On a vu dans l'analyse qualitative que la première partie des séances de M^me^ $\mathcal{S}$ était consacrée à la recherche ouverte du problème, on voit donc que ce temps semble augmenter. Sa durée moyenne est relativement importante puisque proche de la moitié de la durée des séances. Lors de ces séances, les élèves cherchent de manière autonome mais cherchent-ils des problèmes ouverts ? Les séances dans lesquelles nous avons identifié des phases de recherche fermée sont peu nombreuses. Il s'agit de Cord(I), qui est une séance unique, et de SD2(II), Golf2(II) et Tri2(III) qui sont toutes des séances « 2 ». Pour chacune d'elles, excepté pour Tri2(III) pour laquelle il n'y a pas de recherche ouverte, le temps de recherche ouverte se situe entre 24 et 36% de la séance. Nous retenons que le temps de recherche fermée est seulement présent dans les séances uniques ou les séances « 2 » dans la pratique de M^me^ $\mathcal{S}$ mais qu'il peut cependant constituer entre environ 10%[28] et 35%[29] de la séance, ce qui peut sembler important pour ce type d'activité. La place de la recherche fermée dans les séances SD2(II) et Golf2(II) est à remarquer car, lors de la réunion R4-II qui précède ces deux séances, M^me^ $\mathcal{S}$ pensait avoir compris qu'elle dirigeait trop les recherches des élèves, or la place de la recherche fermée augmente entre ces deux problèmes. Enfin, la seule recherche fermée observée pour l'année III concerne Tri2(III), séance pour laquelle le temps de cours dialogué est très important (81%). Le lien, s'il existe, pour l'expliquer à l'aide des réunions ou plus largement de l'activité de la CoP n'est pas évident à identifier. Nous remarquons seulement qu'à la réunion R5-II, dernière de l'année précédente, M. $\mathcal{H}$ a insisté sur le fait qu'il était important que les élèves cherchent mais, par exemple, la façon d'arriver à la conclusion des séances, elle, n'a pas été très approfondie. Par conséquent, même si cette option lui a peut-être paru peu satisfaisante, M^me^ $\mathcal{S}$ a pu se résoudre à moins influencer les recherches autonomes pour davantage intervenir ensuite sous la forme d'un cours dialogué, comme c'est particulièrement le cas pour la séance Tri1+2(III). Elle résout ainsi le paradoxe qui consiste à laisser chercher les élèves, comme le préconise M. $\mathcal{H}$, tout en concluant l'activité en donnant la solution. L'importance d'accéder à la solution du problème est discutée à la réunion R4-II. Il semble que M. $\mathcal{H}$ et M^me^ $\mathcal{S}$ n'en fassent pas une priorité. M. $\mathcal{H}$ a un classeur de « travaux en cours » mais la position de M^me^ $\mathcal{S}$ est moins évidente à cerner, même si elle est moins convaincue que M^me^ $\mathcal{R}$ dans les discussions. Il semble néanmoins qu'il faille considérer la contrainte d'arriver à une solution comme un élément de la composante sociale des enseignants, contrainte avec laquelle M. $\mathcal{H}$ prend des libertés avec son classeur puisqu'il n'exclut pas non plus de donner les solutions aux élèves et que nous l'avons observé le faire.

La durée des mises en commun des séances « 1 » se réduit avec le temps, notamment entre les années II et III. Par ailleurs, entre ces deux années, on voit que, même si on observe une légère

[28] Pour SD2(II) et Tri2(III).

[29] Pour Cord(I) et Golf2(II).

augmentation, la durée des séances est relativement stable. On peut interpréter cela avec les constats précédents en disant que les séances « 1 » de M^{me} $\mathcal{S}$ ont évolué de la façon suivante : elles sont davantage centrées sur la recherche ouverte du problème et les mises en commun sont reportées aux séances suivantes.

La durée moyenne annuelle des phases de cours dialogué augmente sensiblement avec les années mais, en regardant le détail des séances concernées, on voit que seules deux séances sont concernées PGP(II) et Cord(III), ce qui relativise la réalité de cette augmentation.

Concernant le temps de conclusion des différentes séances, en durée ou en pourcentage, il reste relativement court puisque, sur l'ensemble des séances observées, il n'excède pas 1'42" en durée et 3,8% en pourcentage de la durée d'une séance, maxima tous deux atteints pour la dernière séance observée : Cord(III). Cependant, on trouve une légère hausse du temps consacré aux conclusions l'année III. Sur l'ensemble des séances observées, ce temps était en moyenne de l'ordre de 1% (soit environ 30") pour l'année I, 0,6% (14") pour l'année II et de 2,6% (1'17") pour l'année III. En considérant seulement les séances « 1 » grâce au tableau 6.9 page 245, on retrouve le même type de progression. L'année III est donc particulière en ce qui concerne les durées des conclusions qui sont légèrement plus longues que pour les autres années. Il est possible que M^{me} $\mathcal{S}$ veuille prendre davantage de temps, autant que possible dans les déroulements effectifs, pour mieux assurer un réinvestissement qu'elle juge défectueux, comme on a pu le voir dans l'analyse qualitative.

Voyons maintenant ce qu'il en est des trois couples de séances consacrées à un même problème à l'aide des tableaux 6.11(a) et 6.11(b) page suivante. L'analyse qualitative permettrait d'expliquer en partie les baisses des temps de recherches ouvertes et des mises en commun et l'augmentation des temps de cours dialogués puisque l'on a vu que les tentatives de M^{me} $\mathcal{S}$ d'enrichir sa pratique se heurtent à de nouvelles difficultés qui la pressent ensuite de diriger davantage l'avancée du temps didactique. Cependant, il faut être prudent concernant cette interprétation étant donné le très faible nombre de séances considérés. L'évolution du temps des recherches fermées est un peu particulier car il y a une disparité entre les deux problèmes de l'année II (écart-type environ égal à 9). La progression concernant les temps de conclusion suit la tendance décrite plus haut à savoir une augmentation l'année III par rapport aux années précédentes.

À la lumière de ces analyses, on voit donc que le temps consacré par M^{me} $\mathcal{S}$ à la recherche autonome ouverte des élèves est conséquent puisqu'il est en moyenne de l'ordre de 50% de la durée des séances « 1 » et de 40% de celle des séances « 1+2 ». Le temps de recherche autonome fermée est, lui, nul pour les séances « 1 » et, au maximum, approximativement égal au temps de recherche ouverte.

Nous allons maintenant terminer notre analyse quantitative en explorant la composition des séances à la fois selon l'axe autonome/collectif et selon l'axe ouvert/fermé. D'une part, la réunion des temps de recherches ouvertes (RechO) et des mises en commun (MC) rend compte du temps de recherche laissé ouvert par l'enseignant, c'est à dire du degré d'ouverture de la recherche. D'autre part, la réunion des temps de recherches ouvertes (RechO) et fermées (RechF) correspond au temps de recherche autonome (RechA) des élèves. Nous avons calculé ces durées et les pourcentages correspondants par rapport aux sommes $\mathrm{Rech0} + \mathrm{RechF} + \mathrm{MC} + \mathrm{CD}$, c'est à dire par rapport à la durée de chaque séance diminuée des temps de présentation et de conclusion. Enfin, nous avons centré ces données de façon à ce que, sur le graphique de la figure 6.12(a) page 249 qui les représente, l'origine du repère corresponde à une situation où 50% du temps serait consacré à un travail autonome et l'autre partie à un travail collectif et où 50% du temps s'effectuerait sous forme d'un travail

Séances	Pres	RechO	RechF	MC	CD	Conc	*Total*
SD1+2(II)	10'42"	31'55"	2'53"	21'43"	5'29"	0'27"	*1h13'09"*
Golf1+2(II)	7'13"	37'42"	15'11"	20'19"	11'20"	0'23"	*1h32'08"*
Tri1+2(III)	8'15"	36'39"	6'02"	11'25"	36'10"	2'00"	*1h40'31"*
SD1+2(II)	14.6	43.6	3.9	29.7	7.5	0.6	*1h13'9"*
Golf1+2(II)	7.8	40.9	16.5	22.1	12.3	0.4	*1h32'8"*
Tri1+2(III)	8.2	36.5	6.0	11.4	36.0	2.0	*1h40'31"*

(a) Données quantitatives des séances cumulées en durée (en haut) et en pourcentage de la durée totale (en bas).

An.	Pres	RechO	RechF	MC	CD	Conc	*Total*
II	11.2 (4.8)	42.3 (1.9)	10.2 (8.9)	25.9 (5.4)	9.9 (3.4)	0.5 (0.1)	*1h22'39"(13'25")*
III	8.2 (0.0)	36.5 (0.0)	6.0 (0.0)	11.4 (0.0)	36.0 (0.0)	2.0 (0.0)	*1h40'31"(0'0")*

(b) Moyenne de la durée des types de phases en pourcentage de la durée totale. Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses.

TAB. 6.11: Données quantitatives des séances « 1 » et « 2 » cumulées de M^{me} $\mathcal{S}$.

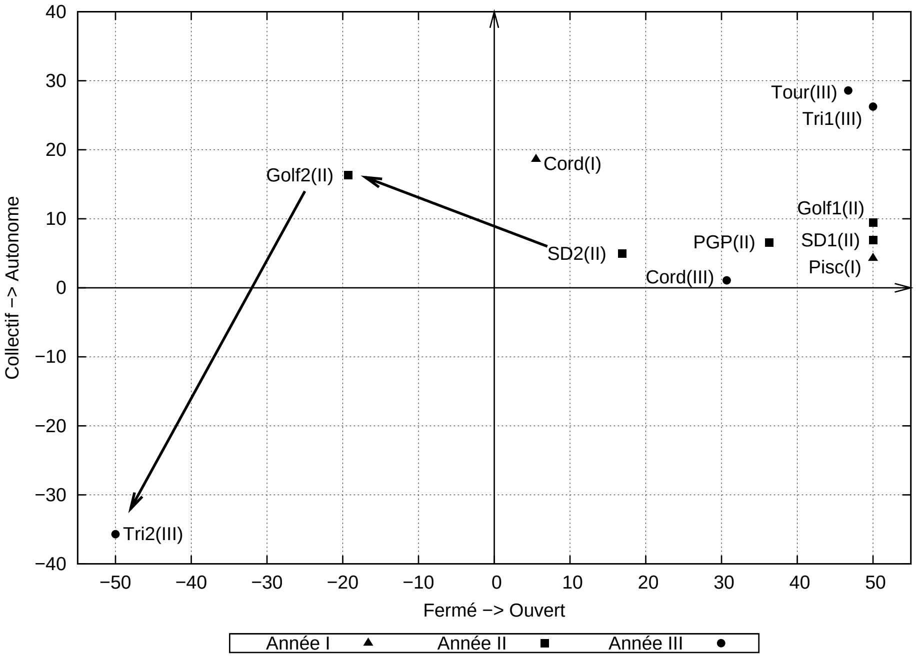
autonome et l'autre partie sous forme d'un travail collectif. Le graphique représente donc à la fois le degré d'ouverture de l'activité lors de la séance et la modalité de travail des élèves, autonome ou collective[30].

Comme déjà vu plus haut, le graphique obtenu met à nouveau en évidence que la majorité des séances de M^{me} $\mathcal{S}$ sont composées essentiellement de phases de recherche autonome ouverte. On voit aussi que les durées des phases de travail autonome et collective sont relativement équivalentes (proximité de l'axe des abscisses) pour les années I et II et que le travail autonome est plus accentué l'année III, exception faite de la séance Tri2(III) dont l'analyse qualitative a déjà mis en évidence les particularités de cette séance. Par ailleurs, les flèches ajoutées sur le graphique permettent de voir une sorte de progression chronologique vers un fonctionnement plus fermé et plus collectif dans les trois séances « 2 ».

Les graphiques de la figure 6.2 page 250 facilitent la comparaison entre les années I, II et III pour ce qui concerne les séances « 1 ». On observe une certaine dispersion des séances l'année I puis un regroupement l'année II qui pourrait s'interpréter comme une sorte de stabilisation de la pratique. L'année III, le regroupement de Tour(III) et Tri1(III) se situerait dans la lignée de l'année II avec une plus forte autonomie des élèves avant de revenir, après la réunion R9-III, pour le dernier problème : Cord(III), vers un fonctionnement plus collectif et un peu moins ouvert qui pourrait, lui, s'interpréter comme une reprise en main de l'avancée du temps didactique par M^{me} $\mathcal{S}$.

En conclusion, la pratique observée de M^{me} $\mathcal{S}$ se caractérise par des séances ouvertes dans lesquelles la place de la recherche autonome est légèrement dominante par rapport aux phases collectives. Pour les trois problèmes concernés, les deuxièmes séances observées se caractérisent essentiellement par un travail plus fermé que pour la séance « 1 ». On peut l'expliquer par le fait que l'enseignante souhaite avancer plus rapidement vers la résolution du problème quitte la contrôler davantage.

[30]Les données correspondantes sont présentées dans le tableau 6.12(b) page ci-contre.



(a) Répartition en pourcentage des phases fermées/ouvertes et collectives/autonomes.

Séances	Ouverture	Autonomie
Pisc(I)	50.0	4.3
Cord(I)	5.5	18.6
PGP(II)	36.3	6.6
SD1(II)	50.0	6.9
SD2(II)	17.0	5.0
Golf1(II)	50.0	9.5
Golf2(II)	-19.3	16.3
Tri1(III)	50.0	26.3
Tri2(III)	-50.0	-35.7
Tour(III)	46.7	28.6
Cord(III)	30.7	1.1

(b) Données pour le diagramme ci-dessus.

TAB. 6.12: Profil des séances de M^me^ $\mathcal{S}$ selon le degré d'ouverture et la modalité de travail.

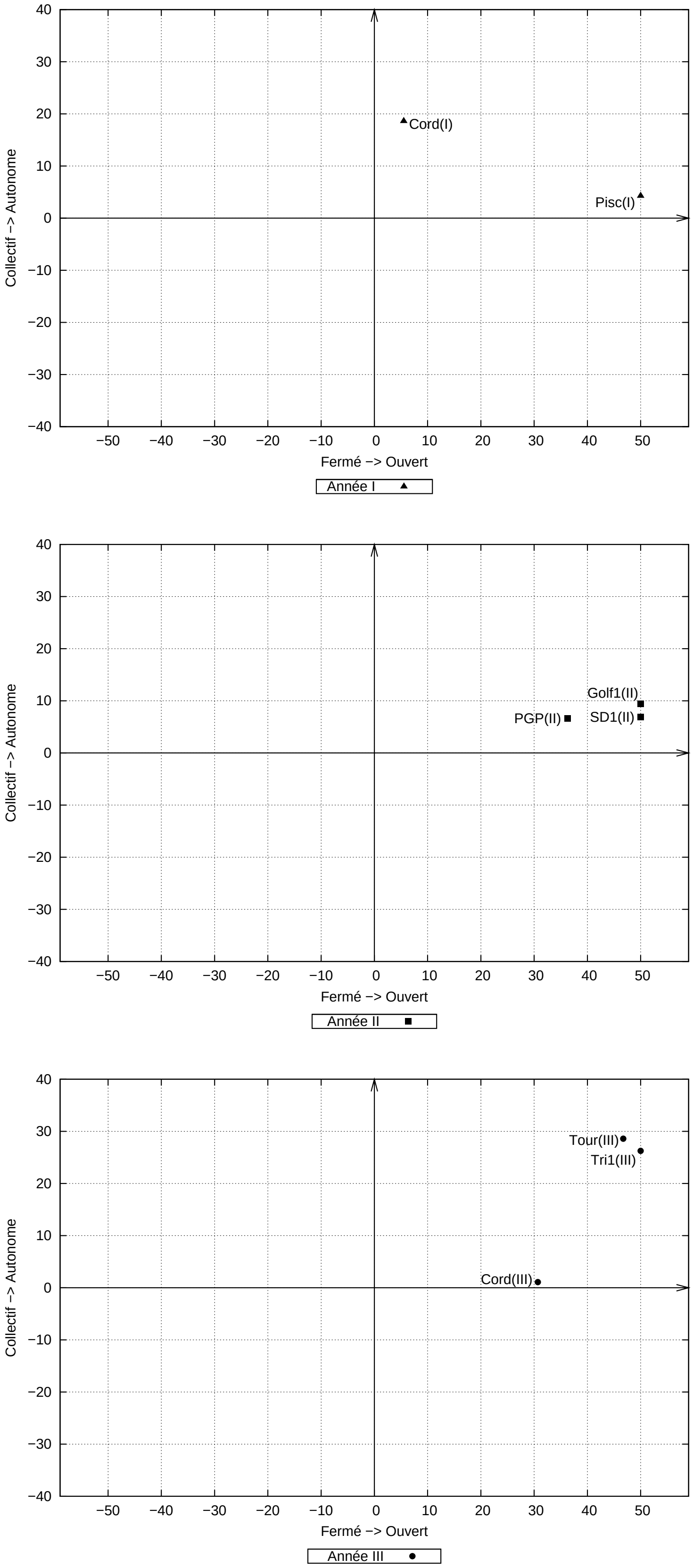


FIG. 6.2: Répartition en pourcentage des phases fermées/ouvertes et collectives/autonomes dans les séances « 1 » de M^me $\mathcal{S}$ pour chaque année.

6.1.4 Conclusion sur les pratiques observées

Parmi les séances de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, on trouve des invariants dans les mises en oeuvre et aussi des différences dont certaines peuvent être interprétées comme des évolutions de pratique. Grâce aux analyses menées précédemment, nous allons en présenter une synthèse dans cette conclusion. Cependant, sans pour autant en présenter une analyse aussi détaillée, notre étude s'intéresse aussi aux autres enseignants que nous avons observés. Cette conclusion sera donc enrichie des observations de l'ensemble des séances afin de mettre en évidence davantage de dynamiques des activités RPP, qu'elles soient communes ou singulières.

Concernant la logique d'action de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, les séances débutent par une présentation d'un problème congruent à celui proposé sur le site Web. C'est majoritairement le cas chez les autres enseignants, M. $\mathcal{F}$ faisant un peu figure d'exception avec plusieurs problèmes non congruents[31]. Cependant, les présentations occasionnent des difficultés que notre analyse a priori n'avait pas toujours prévues. Tout d'abord, il subsiste régulièrement des problèmes de compréhension de l'énoncé qui perturbent la suite du déroulement à des moments divers, parfois tard dans la séance. Parmi les exemples que l'on peut donner : la distinction corde-diamètre et le fait qu'un point est l'extrémité de plusieurs cordes pour Cord(I) ou la possibilité d'utiliser au moins deux fois la même couleur pour Tri1(III). Pour un problème donné, certaines incompréhensions peuvent être interprétées comme des incidents involontaires de la part des enseignants, mais nous avons aussi régulièrement observé le même type d'incidents lors des observations de classe d'autres enseignants de l'expérimentation[32], ce qui en ferait un élément de la composante sociale des enseignants qui pèse sur les pratiques[33]. Nous en retrouvons encore la trace lors des réunions[34]. L'interprétation possible qui se dégage des discours est que, pour les enseignants, les élèves doivent chercher à délimiter eux-mêmes, au moins dans un premier temps, l'espace de recherche du problème. Autrement dit, l'identification de certaines subtilités importantes de l'énoncé fait partie de la recherche du problème. Ces problèmes de compréhension de l'énoncé pourraient être réglés plus tôt car ils perturbent l'avancée du temps didactique par rapport à la durée de la séance. Selon nous, cette façon de procéder est pertinente sur le fond, mais l'est moins dans la forme car la place donnée à cette partie de la recherche est souvent de nature à limiter notablement la recherche du problème lui-même. Une conséquence de cette contrainte est que la donnée d'exemples pour introduire un problème apparaît alors à certains enseignants comme contre-indiqué, car ce serait donner la « *démarche* »[35], c'est à dire en réalité la présentation complète du problème, comme si le potentiel de recherche n'était limité qu'à cet aspect. Il est possible d'interpréter cette contrainte des pratiques en disant que c'est peut-être un moyen pour les enseignants de permettre une recherche sur laquelle ils gardent facilement un contrôle, la conclusion de la séance pouvant au moins se faire sur la compréhension de l'énoncé. À cet égard, M. $\mathcal{H}$ se distingue nettement des autres enseignants en s'assurant très tôt dans la séance de la bonne compréhension des élèves en organisant des brèves mises en commun qui dynamisent aussi la recherche autonome des élèves. Concernant M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, nous avons relevé dans Cord(III) la pré-

31 Par exemple, *Somme et différence*(I), où la qualité d'entier des nombres considérés n'était pas donnée au début du problème, et *Golf*(I), où la possibilité de faire des soustractions n'a pas été interdite.

32 Par exemple, chez M. $\mathcal{O}$ pour indiquer qu'une somme peut comprendre plus de deux termes dans *Plus grand produit*.

33 Par ailleurs, nous avons fait des observations similaires chez des professeurs des écoles stagiaires en IUFM en classe ou lors de préparations de séances.

34 On retrouve par exemple cette conception lors de la réunion R7-III.

35 Pour reprendre le terme employé par M. $\mathcal{O}$ lors de la réunion R7-III.

sence de plusieurs éléments susceptibles de favoriser une dévolution plus complète et plus rapide du problème dès le début de la séance, comme cela avait été évoqué aux réunions R7-III et R9-III, ce qui tendrait à expliquer ces différences de pratiques et donc à les considérer comme des évolutions dues à l'activité de la CoP.

Les séances « 1 » de M$^{me}\mathcal{S}$ comprennent aussi un peu plus de recherches autonomes ouvertes vers la fin de l'expérimentation, exception faite de la dernière séance, les séances « 2 » ou uniques étant les seules à comprendre des recherches fermées. Il semble donc y avoir ici une certaine évolution dans les pratiques mais nous n'avons pu l'interpréter. Par ailleurs, alors que les présentations à l'oral prédominaient jusque-là dans sa pratique – composante personnelle de sa pratique –, nous avons mis en évidence que M$^{me}\mathcal{S}$ avait fait reposer sa présentation de Cord(III) sur un énoncé écrit et que cela pouvait s'interpréter comme une volonté de se conformer à une contrainte liée à la composante sociale de la pratique des enseignants qui se dégage lors réunions R7-III et R9-III, celle d'en passer obligatoirement par l'écrit au cycle 3. À cet égard, l'analyse quantitative a aussi mis en valeur le fait qu'une présentation du problème à l'oral pourrait être plus pertinente qu'à l'écrit. Cependant, il faudrait étudier cette hypothèse de manière plus approfondie et avec une autre méthodologie. Par exemple, même si nous l'avons expliqué par une meilleure maîtrise du problème par M$^{me}\mathcal{S}$, nous avons aussi fait apparaître le fait que la présentation écrite de Cord(III) est plus courte et plus efficace que la présentation orale de Cord(I). Les choses sont donc peut-être plus complexes qu'elles ne le paraissent.

Dans la seconde partie des séances de M$^{me}\mathcal{S}$, on constate fréquemment, comme dans beaucoup de pratiques enseignantes, que la gestion s'oriente vers des phases de cours dialogué ou de recherche fermée qui empêchent le potentiel de débats de s'exprimer. La contrainte « temps », régulièrement évoquée dans les travaux comme un élément important de la composante sociale et institutionnelle de la pratique des enseignants[36] l'explique en partie. Pour une durée de séance donnée, les difficultés des élèves rencontrées dans la compréhension de l'énoncé décalent en partie dans le temps les phases de recherche autonome. Or, avec l'objectif de faire aboutir les élèves à la solution ou de la leur donner, c'est sans doute l'objectif prioritaire de ces activités aux yeux des enseignants d'après l'analyse qualitative des réunions. À son tour, ce décalage crée un manque de temps pour les phases suivantes qui se traduit alors par des phases de cours dialogué ou de recherche fermée. Cependant, on retrouve aussi ce phénomène lorsque la résolution du problème s'étend sur plus d'une séance. La contrainte « temps » ne suffit donc pas pour expliquer cette substitution d'une cohérence de pratique « ouverte » par une cohérence de pratique « fermée » au cours des séances. Pour l'affirmer, nous pouvons aussi nous appuyer sur le fait que, pour M$^{me}\mathcal{S}$, les séances « 2 » sont toujours plus courtes que des séances « 1 », qu'elles contiennent davantage de phases de recherche fermée ou de cours dialogué ou alors plus longues, et qu'il existe pourtant aussi des séances « 3 ».

Dans les séances de M$^{me}\mathcal{S}$ analysées plus haut, mais aussi dans l'ensemble des séances observées, des productions d'élèves sont exposées et exploitées, mais plusieurs dynamiques empêchent encore les potentiels des activités de s'exprimer. Les séances sont alors davantage des activités de recherche et des narrations de recherche (IREM Paris 7 2002) faites à l'oral que des activités de preuves ou de débats entre pairs. Les dynamiques les plus emblématiques sont les suivantes :

– Les validations de l'enseignant pendant la recherche autonome des élèves obèrent parfois le potentiel de débat dans les phases collectives. L'enseignant ayant validé les réponses, les élèves qui pourraient intervenir n'en ressentent plus le besoin car l'enjeu de preuve est faible.

[36] Cf. par exemple (Aldon 2008 ; Robert et Rogalski 2002).

– Les consignes susceptibles de favoriser les débats et les preuves entre pairs concernent, plus ou moins explicitement et quasi exclusivement, le partage des méthodes et l'historique des recherches. De plus, elles ne sont pas suffisamment orientées vers des demandes de validation de la part des élèves ou des demandes de consensus au sein de la classe au sujet de la validité des réponses, de leur justification, de leur adéquation pour la résolution du problème. Au moment du passage de ces consignes, les élèves sont souvent plus intéressés par la validité des réponses, ce qui est logique puisque c'est la nature du problème posé au départ. Ils se désintéressent alors progressivement des présentations effectuées, peu intéressés par le partage des productions.
– La question de déterminer « la meilleure méthode » est récurrente dans les observations de classe, ce qui peut s'interpréter comme un élément de la composante sociale des enseignants. Malgré sa légitimité naturelle, elle ne correspond pourtant jamais au problème posé initialement. Quand elle est posée, les élèves ne sont donc pas prêts à y répondre, ce qui limite le potentiel de débat à ce moment-là.
– Les méthodes de tâtonnements par essai/erreur, c'est à dire des méthodes proches de la méthode de la fausse position et qui tiennent une place assez grande dans les procédures des élèves, ne sont pas souvent considérées comme des procédures valides, alors que ces tâtonnements sont souvent porteurs de connaissances et de techniques intéressantes. Lors des mises en commun, les enseignants attendent davantage des formules ou des procédures plus « esthétiques ». Cet a priori des enseignants contraint leur pratique et les pousse alors à demander davantage aux élèves, chose qui n'est pas toujours possible à obtenir, ou à diriger davantage le déroulement de la séance. Les élèves peuvent alors avoir le sentiment d'une certaine réussite mais qui n'est pas confirmée par l'enseignant, ce qui peut favoriser des incompréhensions puis leur désengagement de l'activité. Il y a donc un travail de formation des enseignants envisageable sur ce point.
– L'enseignant exploite souvent les productions dans l'ordre croissant de pertinence, ce qui autorise moins souvent des consignes visant à dévoluer les débats.
– Enfin, quand l'enseignant demande des explications aux élèves qui présentent leurs productions, c'est souvent avant que l'avis des autres élèves ait été sollicité. Ceci ne favorise pas la dévolution des débats et des preuves puisque les élèves peuvent penser que l'enseignant a déjà posé les bonnes questions et qu'il a probablement déterminé de lui-même la validité de ce qui était présenté. Les enjeux sont donc faibles.

Après les avoir listées, il faut aussi noter que, si ces dynamiques emblématiques sont particulièrement développées dans les classes des enseignants qui débutent dans la pratique des activités RPP, elles sont affaiblies dans la classe de M. $\mathcal{H}$. Ceci peut très vraisemblablement s'attribuer à une pratique régulière de ces activités qui a permis aux élèves de bien saisir le sens du contrat didactique en vigueur.

Dans les séances de M^{me} $\mathcal{S}$, on observe, dès l'année I, des tentatives récurrentes de dévolution de débats et de preuves entre pairs qui souffrent des dynamiques que l'on vient d'évoquer. Dans la dernière séance étudiée, Cord(III), on constate une évolution sur ce point puisque l'on voit apparaître à nouveau, comme dans Tri1+2(III), une demande de justification pour les pairs qui n'apparaissait pas ou peu auparavant. Cette demande est, malgré tout, peu mise en valeur dans la suite de la séance qui garde la trace des pratiques habituelles, ce qui restreint les effets sur les élèves. Cependant, la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ a probablement évolué sur ce point et plusieurs indices tendent à montrer que c'est à mettre au crédit de l'activité de la CoP, notamment des réunions R7-III et R9-III. Quant à la sollicitation de l'avis des élèves, en même temps qu'une vérification assez générale de ce que les élèves voient et entendent des productions de leurs pairs, elle est aussi plus présente et systématique à la dernière séance observée.

Il est clair que les ressources et nos analyses, pas plus que le partage des expériences au sein de la CoP, n'avaient anticipé l'importance de toutes ces dynamiques qui aboutissent finalement à observer trois types de débats :

- Les *débats mathématiques concernant essentiellement le problème* dans lesquels l'enseignant laisse une place assez grande aux réactions des élèves. Ces derniers n'hésitent pas à prendre la parole pour contredire un élève ou même l'enseignant à l'aide d'un argument ou pour proposer leurs idées. Ce sont les débats attendus dans ce type de séance. On les retrouve fréquemment dans celles de M. $\mathcal{H}$.
- Les *mises en commun dirigées après un temps de latence plus ou moins long* dans lesquels l'enseignant tente de dévoluer les débats aux élèves puis, le temps passant et le manque de réaction pertinente des élèves faisant, il passe à une phase de cours dialogué. C'est typiquement le cas pour la majorité des séances observées chez M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ ou les autres enseignants.
- Les *débats mathématiques multi-directionnels* qui sont débats ou des échanges d'idées et d'arguments d'ordre mathématique, entre les élèves et l'enseignant ou entre élèves, mais qui s'écartent de la résolution du problème posé. Une illustration de ce type de débat est la séance *Golf*(II) de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$[37].

Le premier type est celui attendu et le deuxième type a déjà été analysé plus haut. Dans le troisième type de gestion, on voit en particulier la difficulté que peuvent rencontrer les enseignants qui tentent de laisser les élèves s'exprimer tout en les dirigeant vers la résolution du problème. L'enseignant soutient certaines discussions mathématiques dans la classe qui ne sont pas spécifiques du problème traité. Ainsi, c'est davantage l'occasion de revenir sur des notions et des techniques qui paraissaient acquis et de faire résoudre de nouveaux problèmes par les élèves tout en espérant que ces derniers puissent enfin revenir à la résolution du problème. Les débats mathématiques peuvent être nombreux, l'activité « rentable » mais la frustration de l'enseignant de ne pas faire aboutir la résolution du problème peut être assez grande.

L'importance des milieux matériels et de leur organisation ont, eux aussi, été peu anticipés de façon pertinente, par la majorité des enseignants mais aussi dans nos analyses a priori. En effet, malgré une certaine anticipation par les enseignants, comme en témoigne l'analyse de la pratique de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et des échanges lors des réunions, l'introduction de supports matériels peuvent poser des problèmes non négligeables qui subviennent par exemple lors des recherches autonomes des élèves. C'est, par exemple, le cas du support unique – technique régulièrement utilisée par les enseignants – qui ne facilite pas la recherche en groupes, comme dans Cord(I) et Tri1(III). Par ailleurs, dans cette dernière séance, le temps consacré à problématiser l'introduction du matériel réduit d'autant le temps de recherche au cours de la séance, avec pour conséquence les effets déjà décrits plus haut. À l'inverse, la non-introduction de matériel dans Tours(III) fait que les élèves ne peuvent pas manipuler les cubes. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ a probablement procédé de la sorte à la lecture du compte-rendu détaillé de M. $\mathcal{H}$ prévenant de la grande variété de représentations chez les élèves. Elle a aussi imposé la représentation à utiliser. À première vue, ces deux choix permettent un certain gain de temps mais, en réalité, (1) ils négligent les découvertes rendues possibles par les manipulations des objets ma-

[37] Cf. page 184 pour l'analyse des comptes-rendus de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ de *Golf*(II).

tériels, souvent essentielles à cet âge, et (2) ils sous-estiment la capacité des élèves à produire des représentations adaptées et à les discuter, autant qu'ils sur-estiment celle à s'approprier une représentation produite par autrui, quand bien même elle semble adaptée. La dévolution du problème n'est donc finalement pas favorisée par ces deux options. Il y a cependant une évolution sensible dans la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ avec le problème *Cordes* quand elle laisse aux élèves la possibilité d'utiliser un compas dans Cord(III). C'est donc à eux d'évaluer sa nécessité et chacun peut alors travailler selon la représentation qu'il a du problème à un moment donné. De plus, c'est un aspect supplémentaire du problème qui pourra être débattu au sein des groupes ou lors des phases de mise en commun. Il y a donc une augmentation du potentiel de recherche qui influe positivement, même si c'est aussi légèrement, sur le potentiel de débat.

Après avoir vu des aspects spécifiques de la dévolution du problème, de la recherche et des débats entre pairs, revenons sur des aspects plus globaux des séances. Nous avons constaté que que M^{me} $\mathcal{S}$ menait très majoritairement les activités sur au moins deux séances et que c'était une pratique minoritaire dans la CoP. Pour autant, passé l'effet lié à notre position d'observateur l'année I, nous observons que quelques activités sont menées sur deux séances ou que des « débordements » sur une deuxième séance sont envisageables pour d'autres enseignants, même pour ceux dont la pratique des activités RPP semble peu évoluer lors de l'expérimentation, comme c'est le cas pour M. $\mathcal{D}$[38].

Concernant la durée des séances de M^{me} $\mathcal{S}$, il y a des variations qu'il nous semble logique d'attribuer à leur déroulement. Cependant, en moyenne, nous avons tout de même constaté une légère augmentation de leur durée l'année III, alors que les élèves sont plus jeunes[39], ce qui, selon nous et en s'appuyant sur son profil de participation aux réunions, peut s'interpréter comme un intérêt croissant pour les activités RPP. Pour les autres enseignants, la durée des séances peut varier d'une fois à l'autre, même si on observe parfois de grandes régularités, comme pour M. $\mathcal{D}$ qui mènent des séances d'environ 45', quitte à reporter certains aspects de la séance à un autre moment. Il faut noter que, comme la plupart des enseignants, il a un emploi du temps hebdomadaire qui contraint sa pratique, même s'il reste libre de l'ajuster dans les limites imposées par les programmes[40].

Concernant la globalité du déroulement, l'analyse qualitative des séances de M^{me} $\mathcal{S}$ montre, d'une part, que la gestion d'activités RPP dépasse, voire doit souvent dépasser, le simple modèle « présentation, recherche, mise en commun, conclusion » décrit et promu dans (Arsac et Mante 2007). Toujours pour M^{me} $\mathcal{S}$, ce modèle ne se retrouve pas dans les séances analysées, sauf peut-être pour Cord(III), où la phase de mise en commun est tout de même suivie d'une phase de cours dialogué avant la conclusion. D'autre part, elle montre aussi que cette gestion est complexe dans le sens où plusieurs facteurs interdépendants l'influencent et qu'une amélioration de pratique et l'introduction de nouvelles techniques ne provoquent pas systématiquement des changements positifs dans le déroulement des séances. Le fait que la pratique de l'enseignante soit soumise à l'influence de l'activité et des compétences des élèves ne facilite pas non plus l'identification des leviers sur lesquels elle peut jouer pour favoriser des recherches et des preuves entre pairs. Malgré des évolutions notables, les effets de la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ restent effectivement peu visibles en matière de

[38] Il évoque une deuxième séance pour *Cordes* à la réunion R5-II et dit ne pas avoir modifié sa gestion des séances à la réunion R8-III, ce qu'il confirme aussi lors de l'entretien à l'issue de l'année IV. Il faut relativiser aussi ses déclarations car il dit aussi faire des groupes de 3 ou 4 élèves au lieu de 2 habituellement.

[39] Présence d'élèves de CE1, c'est à dire du cycle 2.

[40] Ce qui distingue notamment les enseignants du primaire de ceux du secondaire.

débats entre pairs pendant les mises en commun. Au début des séances analysées dans ce chapitre, la dévolution est toujours suivie d'une recherche autonome des élèves mais qui n'est pas individuelle, ce qui peut limiter les découvertes des élèves. Cependant, nous avons aussi observé chez cette enseignante, ainsi que chez les autres, des séances avec phases individuelles. À la section suivante, nous verrons, à l'aide de l'analyse des les entretiens effectués à l'issue de l'expérimentation, que la pratique de M$^{\text{me}}\mathcal{S}$ a évolué l'année IV en ce qui concerne la recherche systématique d'une solution optimale et de son application par les élèves. Par ailleurs, M$^{\text{me}}\mathcal{S}$ intervient parfois auprès des élèves pendant les recherches autonomes. Généralement, il semble que ce soit principalement pour favoriser la dévolution du problème pour aider les élèves, mais ce n'est pas toujours le cas car nous avons aussi observé des validations de productions d'élèves dans d'autres séances[41]. On retrouve aussi ce phénomène dans des séances mises en oeuvre par d'autres enseignants.

Enfin, concernant M$^{\text{me}}\mathcal{S}$, la durée des conclusions augmente légèrement l'année III, ce qui, avec l'augmentation de la durée totale des séances, confirmerait son intérêt pour ces activités et sa volonté de mieux les exploiter.

En conclusion, revenons sur la question de l'identification des contraintes des pratiques, celles qui résistent et celles qui peuvent être affaiblies ou dépassées. La contrainte « temps », alors qu'elle est fréquemment évoquée dans les recherches et par les enseignants, est peut-être la plus facile à vaincre, les enseignants cherchant majoritairement à conduire la résolution d'un problème sur une séance, mais pouvant aussi y consacrer deux séances. Nous pouvons émettre l'hypothèse que ceci dépend largement du « rendement didactique » de ces séances.

Une fois la contrainte du temps écartée, les enseignants peuvent aussi proposer relativement facilement des activités RPP relativement abstraites qui restent ouvertes pendant une phase de recherche autonome, au moins une partie de la séance. Ils se heurtent alors souvent à la complexité de la pratique des activités RPP et notamment des problèmes de présentation et de dévolution de la recherche et des débats, les deux étant interdépendants, puis de leur pilotage. Nous avons détaillés ces aspects plus haut. Ces problèmes les conduisent alors à reprendre la main sous forme de recherches fermées ou de cours dialogués. L'organisation du milieu matériel est aussi mal maîtrisée. Les enseignants y pensent mais leurs choix peuvent être contre-productifs. Il faut noter que nous manquons aussi d'outils théoriques pour les prendre en compte dans les analyses a priori. Finalement, un résultat de ce chapitre est que la complexité des activités RPP serait un frein à leur diffusion plus important que celui de la contrainte « temps ».

Comment les enseignants pouvaient-ils enrichir leur pratique au sein de la CoP ? Autrement dit, revenons sur l'ergonomie du dispositif, l'analyse de la pratique de M$^{\text{me}}\mathcal{S}$ contribuant à une évaluation empirique. Comme dans les analyses du chapitre précédent, l'analyse de la pratique de M$^{\text{me}}\mathcal{S}$ a permis de faire des hypothèses à propos de l'influence du site Web, des comptes-rendus et des réunions sur la gestion des séances par M$^{\text{me}}\mathcal{S}$. Ceci étant, une fois la complexité des pratiques mieux mises en valeur, il s'avère que le dispositif semble encore nettement insuffisant pour outiller les enseignants.

Enfin, revenons sur les principales limites des résultats obtenus pour M$^{\text{me}}\mathcal{S}$. Tout d'abord, nous n'avons pu recueillir qu'une partie des données correspondants à l'ensemble des séances menées. C'est particulièrement vrai pour les mises en oeuvre annuelles de *Cordes*. De plus, le plus souvent,

[41] Notamment lors de la recherche de *Golf* l'année II. Ces validations étaient de nature à ne pas favoriser les débats à venir puisque les élèves avaient déjà une évaluation de leur production, la présentation et les échanges entre pairs apparaissaient alors sans véritable enjeu.

nous avons traité l'analyse des séances de M^{me} $\mathcal{S}$ comme si cette dernière avait enseigné chaque année avec les mêmes élèves alors que la composition de ses classes a variée, ne serait-ce qu'en termes de niveaux d'enseignement. Ainsi, l'influence des connaissances et des compétences propres des élèves sont négligées. Considérant que les élèves avaient généralement peu l'expérience du type d'activité considéré, il semble cependant que ceci ne soit pas de nature à remettre en cause nos résultats. L'analyse qualitative a permis de faire des suppositions concernant l'influence des réunions, des comptes-rendus des autres enseignants et du site Web sur la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ mais nous ne pouvons montrer que partiellement l'influence de l'activité de la CoP pour favoriser la pratique des activités RPP. En premier lieu, ceci est lié au fait que nous avons fait l'hypothèse que M^{me} $\mathcal{S}$ avait bien intégré ce qui s'était dit lors des réunions ou ce qu'elle avait pu « consulter » sur le site Web. On peut se douter que ce n'est pas toujours le cas, M^{me} $\mathcal{S}$ nous le précisera d'ailleurs explicitement à propos de la rubrique *Propositions pratiques* du site Web. En second lieu, il s'agit probablement de processus d'influence complexes que notre méthodologie, qui permet pourtant d'avoir une connaissance de la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ qui dépasse la simple observation, ne peut déterminer, le manque de données présentant suffisamment d'éléments semblables y participant aussi. Enfin, en troisième lieu, M^{me} $\mathcal{S}$ nous semble, en fin d'année III, en position de sentir des évolutions de sa pratique liées à l'introduction de nouvelles techniques qui montrent quelques effets sur les élèves, mais ceux-ci peuvent encore lui paraître insuffisants. Ainsi, si son sentiment peut donc contribuer à favoriser sa participation dans la CoP, pour autant, elle n'est pas encore en position de décrire avec précision l'étendue de cette contribution, ce qui ne facilite pas son identification.

Concernant les résultats les plus généraux, ces derniers reposent sur des observations des autres enseignants qui ne bénéficient pas d'une analyse aussi détaillée que celles de M^{me} $\mathcal{S}$, nous ne pouvons donc que les mettre en évidence avec précaution. Cependant, ce n'est pas un point qui semble critique car ils mettent déjà en exergue de façon détaillée certaines dynamiques pouvant expliquer la faible diffusion des activités RPP dans les classes lorsque les enseignants tentent de les mettre en oeuvre. Enfin, soulignons que l'analyse détaillée de la pratique évoluée de M. $\mathcal{H}$ serait probablement intéressante pour identifier des techniques pertinentes, ce que l'analyse des réunions a déjà permis de faire en partie.

6.2 Trajectoires des enseignants

Dans les sections précédentes, l'analyse de la pratique de M^{me} $\mathcal{S}$ a aussi permis de mettre en évidence des dynamiques des activités RPP chez l'ensemble des enseignants. Dans le chapitre précédent, nous avons analysé l'activité de la CoP. Il est maintenant temps de rendre compte de manière synthétique, en termes de trajectoires, de la participation et de l'évolution des pratiques des enseignants dans l'expérimentation. Comme nous l'avons déjà vu dans le dernier chapitre, certains d'entre eux ont moins participé à l'expérimentation que d'autres et certaines informations sont donc manquantes. Si nous évoquerons parfois les données d'autres enseignants, l'analyse des trajectoires sera exclusivement centrée sur celles des pionniers suivants : M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{R}$ et des novices : M^{me} $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$. En premier lieu, l'identification des trajectoires sera basée sur les questionnaires et entretiens réalisés en début d'expérimentation et un an après sa fin, c'est à dire en fin d'année IV. Il s'agira donc d'abord d'analyser ces données et de catégoriser les réponses obtenues. En second lieu, ces données étant déclaratives, nous prendrons la précaution de les contrôler à l'aide d'autres données ou analyses. Enfin, l'ensemble des catégories et profils obtenus dans les différentes analyses permettront d'identifier les trajectoires des enseignants.

6.2.1 Profils des enseignants

Les analyses de la consultation du site Web ont permis d'identifier des profils d'enseignants concernant la consultation du site Web, la transmission des comptes-rendus et la participation au cours des réunions. Cette section va permettre de construire le profil des enseignants au début et à l'issue de l'expérimentation et ainsi de rendre compte de certaines évolutions de pratique des activités RPP.

Nous avons utilisé deux questionnaires, l'un au moment où les enseignants arrivaient dans la CoP, l'autre l'année IV pour les enseignants ayant encore des élèves[42]. Nous avons aussi mené des entretiens avec les enseignants à la fin de l'année I en guise de bilan.

Le premier questionnaire visait tout d'abord à évaluer sommairement leur niveau d'usage de l'informatique et de l'Internet à un moment où ces usages (mail, Web) peinaient encore à se développer. Une question sur l'usage des TICE en classe permettait d'affiner cette évaluation. Il s'agissait surtout de repérer des enseignants dont les compétences dans le domaine risquaient de les gêner pour utiliser la plate-forme Web. Les enseignants retenus pour l'analyse ayant satisfait à nos critères, nous ne reviendrons plus sur ce point car, même si on a vu quelques problèmes liés au niveau de compétence de certains d'entre eux, les capacités de la plate-forme Web étaient elles-aussi en cause.

Par ailleurs, le questionnaire visait aussi à évaluer :

– leur niveau de pratique d'activités RPP ;
– leur pratique de travail collaboratif avec d'autres enseignants pour préparer leurs séances en mathématiques ou dans d'autres disciplines.

Selon les enseignants, malgré les précautions prises pour faciliter la réponse, les questionnaires renseignés n'ont pas tous été récupérés au même moment[43]. Ces différences font que les réponses formulées en fin d'année I ont pu être influencées par la connaissance des problèmes proposés dans l'expérimentation.

Le deuxième questionnaire visait à déterminer ce qu'avait été la formation initiale des enseignants, notamment en ce qui concerne les mathématiques, s'ils avaient consulté le document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher*, s'ils avaient mené des activités RPP et lesquelles, et s'ils avaient utilisé les outils de gestion de séance discutés à la fin de l'année précédente, notamment la rubrique *Propositions pratiques* du site Web. Il leur demandait aussi de tirer un bilan de l'expérimentation[44]. Enfin, lors des entretiens téléphoniques, nous avons demandé l'avis des enseignants sur certaines de nos conclusions parmi lesquelles :

– les problèmes proposés restent généralement ouverts quand ils sont proposés aux élèves ;

[42]Les questionnaires de début et de fin d'expérimentation figurent respectivement aux page 435 et 436.

[43]L'année I, le questionnaire a été envoyé par courrier postal avant les premières observations avec une enveloppe pour le retour. Seuls les questionnaires de M[me] $\mathcal{S}$, M[me] $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{D}$ ont été récupérés comme prévu. Celui de M[me] $\mathcal{S}$ a aussi été complété lors de l'entretien de fin d'année. Ceux de M. $\mathcal{H}$, M[me] $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{M}$ ont été récupérés lors de l'entretien de fin d'année, « année » commencée au mois de mars et perturbée par des mouvements sociaux. Les questionnaires de M[me] $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$ ont été récupérés après la première observation et avant la fin de l'année III.

[44]Le questionnaire à été envoyé en fin d'année IV par mail aux enseignants encore impliqués dans la CoP en fin d'année III. M[me] $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{D}$ y ont répondu lors d'une communication téléphonique, M. $\mathcal{H}$ et M[me] $\mathcal{R}$ y ont répondu par mail, M[me] $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$ y ont répondu par mail et par téléphone.

Ens.	Année I	Année II	Année III
M^{me} $\mathcal{S}$	5 CE2, 6 CM1, 5 CM2 (D)	18 CM1, 9 CM2	17 CE1, 13CE2 (D)
M. $\mathcal{H}$	26 CM2	29 CM2	28 CM2
M. $\mathcal{D}$	22 CM2 (D)	10 CM1, 18 CM2 (D)	29 CM2 (D)
M^{me} $\mathcal{R}$	6 CM1, 16 CM2 (D)	18 CM2 [CM1 année I] (D)	12 CM2, 11CM1 (D)
M. $\mathcal{F}$	8 CM1, 10 CM2 (D)	21 CM2 (D)	
M. $\mathcal{M}$	12 CM1, 11 CM2 (D)	-	-
M^{me} $\mathcal{G}$	-	-	21 CM2 (D)
M. $\mathcal{O}$	-	-	13 CM1, 10 CM2
M^{me} $\mathcal{B}$	27 CM2 (D)	congé maladie	28 CE2 (D)
M. $\mathcal{B}$	15 CM1, 12 CM2	-	-

TAB. 6.13: Composition des classes des enseignants et directions d'école (D).

– des difficulté pour gérer les mises en commun et favoriser les débats subsistent en général dans les pratiques ;
– le tâtonnement par essai/erreur n'est parfois pas reconnu comme une méthode « pertinente » ;
– un bilan de l'expérimentation est plutôt positif car les enseignants restent impliqués, ce qui tendrait à prouver l'intérêt de l'approche « CoP », notamment en ce qui concerne son accompagnement et l'importance de la durée ;
– les échanges entre enseignants peinent parfois à se développer sans doute pour plusieurs raisons : manque d'assurance sur ce qui peut fonctionner, manque de terminologie spécifique pour partager l'expérience, importance de la confiance au sein de la CoP ;
– le site Web est pertinent mais nous espérions davantage d'échanges à son propos ;
– les comptes-rendus sont coûteux mais leur existence reste pertinente.

Les réponses ont été recueillies, selon les cas, à l'écrit et/ou à l'oral, ce qui peut expliquer des différences dans les détails fournis. Cette diversité dans le recueil des données s'explique aussi par la charge de travail en fin d'année des enseignants, notamment des directeurs d'école. Dans ce questionnaire et aussi lors des communications téléphoniques, nous insistons sur l'importance de la sincérité des réponses pour la valeur de nos résultats.

Avant d'exploiter les réponses aux questionnaires, analysons le tableau 6.13 synthétisant la compositions des classes des enseignants et les postes de direction d'école occupés. On constate que 7/10 d'entre eux ont exercé la fonction de directeur d'école[45]. Ainsi, de part leur fonction, ils ont des contacts professionnels plus fréquents et variés que les autres, assument aussi davantage de responsabilités et doivent, plus souvent que les autres, discuter et trancher les problèmes professionnels qui ne manquent pas de se poser. Pour autant, nous n'avons pas trouvé de corrélation évidente entre ces fonctions spécifiques et l'appartenance à un profil de participation aux réunions ou par rapport à la gestion de séances.

Par ailleurs, M. $\mathcal{F}$ est parti à la retraite en fin d'année II, M^{me} $\mathcal{B}$ à la fin de l'année III, et M. $\mathcal{D}$ à la fin de l'année IV. Quant à M. $\mathcal{H}$, ayant changé de poste, il n'avait plus la charge d'une classe l'année IV.

[45]Malgré leur faible participation à la CoP, nous avons fait figurer M^{me} $\mathcal{B}$ et M. $\mathcal{B}$ dans le tableau pour mieux rendre compte de la proportion des directeurs d'écoles parmi les enseignants.

Ens.	Place des mathématiques dans la formation initiale	Bac. math./sci.
M^{me} $\mathcal{S}$	Bac D (sciences et math), études de musique.	oui
M^{me} $\mathcal{R}$	Bac C (math), études de lettres.	
M. $\mathcal{H}$	Bac littéraire, études d'anglais mais après son « impression de ne rien comprendre » en maths au Lycée, il s'est *auto-formé* notamment avec la revue *Jeux et stratégie*.	non
M. $\mathcal{D}$	Bac A5 (langues et philo), École Normale.	
M^{me} $\mathcal{G}$	Seconde C, bac A3 (latin et math), École Normale.	
M. $\mathcal{O}$	Première C, bac A4 (langues et math), filière technico-commerciale.	
M. $\mathcal{F}$	–	–
M. $\mathcal{M}$	–	–

TAB. 6.14: Formation initiale en mathématiques des enseignants.

Formation initiale en mathématiques

Nous nous sommes renseignés sur la formation initiale des enseignants uniquement à la fin de l'expérimentation car nous ne voulions pas, si ce n'était déjà le cas, induire l'idée que l'absence d'une formation mathématique ou scientifique universitaire puisse expliquer trop rapidement telle ou telle « réussite » dans la pratique d'activité RPP et freiner ainsi la participation des enseignants. C'est donc dans le questionnaire de fin d'expérimentation que nous l'avons fait. L'inconvénient de cette méthode est que nous n'avons pas ces renseignements pour M. $\mathcal{F}$ et M^{me} $\mathcal{B}$, qui étaient partis en retraite, et M. $\mathcal{M}$, qui avait quitté l'expérimentation.

Les recrutements des professeurs des écoles en 2004, 2005 et 2006[46] montrent des pourcentages d'enseignants de formation universitaire mathématique (respectivement scientifique[47]) sur ces trois années de 2,4%, 2,1% et 2,4% (respectivement de 13,4%, 11,7% et 12,2%). La représentation des enseignants à formation scientifique qui sont recrutés est donc très minoritaire. Cependant, en se plaçant au niveau du baccalauréat et selon (Ministère de l'Éducation Nationale 2006*b*)[48], 42% des enseignants des écoles publiques se déclarent titulaires d'un bac scientifique.

Le tableau 6.14 récapitule les éléments concernant la formation initiale en mathématiques des enseignants impliqués à la fin de notre expérimentation. On voit que 2/3 d'entre eux ont suivi un enseignement mathématique ou scientifique spécifique au niveau du bac mais on ne sait pas si c'est lié à une volonté de leur part ou bien, par exemple, à un manque d'options proposées, les exceptions étant M. $\mathcal{H}$ et M. $\mathcal{D}$. Seul deux d'entre eux, M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{R}$, ont obtenu un bac scientifique et aucun n'a ensuite suivi d'étude universitaire scientifique, même si on note que M. $\mathcal{H}$ s'est par la suite

[46] Pourcentages basés sur les notes d'information du Ministère de l'Éducation Nationale relatives au concours de recrutement de professeurs des écoles n° 5-17 de mai 2005 pour la session 2004, n° 6-20 de juin 2006 pour la session 2006, et n° 7-28 de mai 2007 pour la session 2006.

[47] C'est à dire en sommant les résultats des enseignants diplômés en mathématiques, sciences physiques, biologie/géologie et chimie.

[48] Pourcentage issu de l'interrogation en septembre-octobre 2005 d'un échantillon de 1200 enseignants du premier degré constitué par la Direction de l'Évaluation et de la Prospective du Ministère de l'Éducation Nationale, représentatif au niveau national par âge, type d'école et taille de l'école.

Ens.	Pratique préalable activités RPP	non-ONT	ONT	Plusieurs séances
M^{me} $\mathcal{S}$	Oui.	Oui.	–	Parfois.
M. $\mathcal{H}$	Oui.	Oui.	Oui.	Parfois.
M. $\mathcal{F}$	Oui.	–	Oui.	Parfois.
M^{me} $\mathcal{R}$	Oui.	–	Oui.	Parfois.
M. $\mathcal{O}$	Oui.	Oui.	–	Envisageable.
M. $\mathcal{D}$				
M^{me} $\mathcal{G}$	Non.			
M. $\mathcal{M}$				

TAB. 6.15: Pratique préalable d'activités RPP.

intéressé de manière spécifique aux mathématiques[49]. On retrouve donc une répartition relativement proche de celle présentée plus haut[50], même si elle est prendre à précaution étant donné les effectifs considérés et les conditions de recueil des données[51].

Pratique préalable d'activités RPP

Le tableau 6.15 présente une synthèse des réponses obtenues à propos de la pratique des « problèmes de recherche en mathématiques ». Sur les enseignants retenus, seuls cinq : M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{O}$, déclarent proposer une démarche de recherche en mathématiques à leurs élèves et l'explicitent. M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$ et M. $\mathcal{F}$ insistent notamment sur le passage par les procédures personnelles.

La variété des réponses obtenues montrent que la question posée est ambiguë. Qu'appelle-t-on *problème de recherche* ?[52] M^{me} $\mathcal{S}$ évoque des activités qui traitent plutôt de la lecture des énoncés mais donne aussi l'exemple d'un problème de dénombrement[53] qui peut donc constituer un problème de recherche. Elle ne semble pas placer ce problème dans cette catégorie, peut-être à cause de sa nature de « problème de combinatoire », mais la description qu'elle en fait montre qu'elle y est à sa place[54]. Elle fait aussi une différence entre les activités qui permettent un travail spécifique

[49] C'était à l'époque où il a été reçu au concours de recrutement.

[50] La proportion d'enseignants ayant un baccalauréat scientifique est de 33%, elle est donc relativement proche de 42%. De plus, la proportion d'environ 12 à 13% d'enseignants de formation universitaire scientifique correspondrait ici à 0,72-0,78 enseignant.

[51] Selon les hypothèses faites sur M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$, la proportion d'enseignants ayant un baccalauréat scientifique se situerait entre 25 et 50%, la proportion d'enseignants ayant suivi un cursus universitaire scientifique se situerait entre 0 et 25%.

[52] Ce point est l'objet du début du chapitre 4 mais nous ne l'avons travaillé plus spécifiquement qu'une fois notre expérimentation lancée.

[53] Habillement d'une poupée basé sur la combinaison deux types de vêtements.

[54] Le déroulement évoqué est le suivant : première séance consacrée à une recherche individuelle libre, relevé des productions écrites pour choisir celles qui seront exposées et discutées afin de trouver la ou les méthodes les plus rapides à la deuxième séance. La plupart des élèves ne changeant pas de méthode, une autre recherche similaire est donnée quelques semaines après et suivie d'une mise en commun. M^{me} $\mathcal{S}$ précise que cette troisième séance est peu efficace et pense que cela est dû au manque de régularité de ce type d'activités dans sa classe et au manque d'information à leur sujet.

Ens.	Pratiques de travail collaboratif pour préparer des séances
M. $\mathcal{H}$	En mathématiques.
M. $\mathcal{D}$ M. $\mathcal{F}$ M. $\mathcal{M}$	Autres qu'en mathématiques.
M^{me} $\mathcal{S}$ M^{me} $\mathcal{R}$ M. $\mathcal{O}$ M^{me} $\mathcal{G}$	Non.

TAB. 6.16: Pratique de travail collaboratif entre enseignants.

sur les énoncés et celles orientées sur l'aspect recherche. M^{me} $\mathcal{R}$, elle, n'évoque que les activités RPP/ONT.

La question 1.b) pose la question de la scission des recherches des élèves sur plusieurs séances. Les enseignants qui proposent déjà des problèmes de recherche sont aussi ceux qui répartissent parfois les recherches sur plusieurs séances ou n'écartent pas explicitement cette option (cas de M. $\mathcal{O}$). Excepté M. $\mathcal{O}$ qui détaille moins que les autres l'intérêt et la gestion de ces problèmes, ces enseignants relèvent différents éléments généralement mis en exergue par les partisans de la pratique de problèmes de recherche et notamment des *problèmes ouverts* (Arsac et al. 1991) :

– gestion de multiples pistes de recherche ;
– gestion du temps de travail des élèves ;
– prise en compte de l'erreur inhérente à toute recherche ;
– justification, rédaction et preuve.

Enfin, il faut noter que deux enseignants : M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{R}$, font apparaître les parents comme facteurs intervenant dans les choix de pratique des enseignants. Cependant, ceci ne fera pas l'objet d'échange entre enseignants lors des réunions.

Les quatre derniers enseignants : M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{M}$ et M^{me} $\mathcal{G}$, déclarent ne pas proposer de problèmes de recherche dans leur classe. Leurs réponses portent sur ce que l'on appelle généralement les activités de « résolution de problèmes » et que l'on trouve dans les manuels. Celles-ci sont plus généralement centrées sur un travail de lecture des énoncés (Coppé et Houdement 2002). Ces enseignants évoquent aussi plusieurs difficultés ressenties dans leur pratique des activités de résolution de problèmes :

– le nombre important de paramètres à gérer ;
– la problématique de la compréhension de l'énoncé par les élèves notamment si l'énoncé est « abstrait » ;
– la difficulté de la prise en compte de l'erreur ;
– le manque de documentation.

Pratique préalable du travail collaboratif avec d'autres enseignants

Concernant la préparation de séances, le tableau 6.16 montre que seul M. $\mathcal{H}$ conçoit parfois de façon plus ou moins collaborative des séances de mathématiques avec d'autres collègues. M. $\mathcal{D}$,

Ens.	Consultation du doc. d'acc. *Problèmes pour chercher*	Consultation des *Propositions pratiques*
Mme $\mathcal{S}$	Quelques passages lors d'une animation de circonscription.	Non ; présente à R9 ; site non reconsulté car cela reste un détail dans l'année et ce qu'elle a à faire ; retient l'objectif de chercher sans toujours chercher la solution optimale.
M. $\mathcal{H}$	–	– ; présent à R9.
M. $\mathcal{D}$	Non, ne connaît pas d'enseignant qui les lit.	Non.
Mme $\mathcal{R}$	Lecture attentive.	Non.
Mme $\mathcal{G}$	Non.	Non ; présente à R9.
M. $\mathcal{O}$	Non, ne connaissait pas ce document.	Non ; présent à R9.

TAB. 6.17: Consultation du document d'accompagnement *Problèmes pour chercher* et de la section *Propositions pratiques* du site Web (rédigée suite à R9-III).

M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$ déclarent, eux, le faire dans le cadre d'autres domaines que mathématiques, essentiellement dans le domaine de la maîtrise de la langue. Nous reviendrons plus en détails sur ce constat dans le dernier chapitre consacré aux résultats et perspectives de recherche.

Consultation de *Des problèmes pour chercher* et des *Propositions pratiques*

Dans notre questionnaire de fin d'expérimentation, nous voulions aussi savoir quels enseignants avaient consulté le document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher* ainsi que les *Propositions pratiques* figurant sur le site Web à la suite de la réunion R9-III, afin de savoir lesquels pensaient en tirer profit. Il s'agit donc d'un indice d'utilisation des ressources à leur disposition. Le tableau 6.17 présente le récapitulatif de cette enquête.

Notre analyse ergonomique par inspection du document d'accompagnement *Des problèmes pour chercher* a montré que ce document présentait certes plusieurs éléments intéressant la pratique de ce type de problème mais que son ergonomie était optimisable sur plusieurs points. Il s'avère qu'il n'est pas ou peu consulté par les enseignants alors que nous avons plusieurs fois souligné son existence, son intérêt et que nous avons proposé un lien permettant d'y accéder directement depuis le site Web. Même si ce résultat ne concerne pas à proprement parler le « programme », il peut être rapproché du fait que, selon le rapport de l'IGEN[55] (IGEN 2006, p. 38), 50% des enseignants auraient une bonne connaissance du programme, 25% une connaissance approximative et 25% n'aurait pas fait l'effort « suffisant » pour le connaître, les plus jeunes enseignants étant les mieux informés. On voit donc que l'information des instructions officielles ne parvient pas toujours aux enseignants concernés.

Par ailleurs, nous avons vu dans notre étude de la consultation du site Web que la section « Propositions pratiques » répond à plusieurs interrogations des enseignants mais que celle-ci ne constitue pas de facto une référence pour les enseignants puisqu'ils ne la consultent pas toujours. Dans leurs réponses à notre questionnaire, les enseignants l'expliquent par leur présence à la réunion

[55] IGEN = Inspection Générale de l'Éducation Nationale.

Effets de la CoP sur la pratique d'activités RPP	Enseignants
Effets les plus visibles	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$
Effets faibles	M. $\mathcal{H}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
Pas d'effet ou effets non avérés	M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{O}$

TAB. 6.18: Profils d'enseignants selon les effets de la CoP susceptibles de favoriser la pratique d'activités RPP.

R9-III. Concernant M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ et M. $\mathcal{D}$, qui, eux, étaient absents à cette réunion, notre questionnaire n'a pas permis d'avoir d'information supplémentaires pour interpréter le fait qu'ils ne l'avaient pas consulté[56].

6.2.2 Effets persistants de l'activité de la CoP sur la pratique de classe

Dans les sections précédentes, nous avons déjà identifié certains effets de l'activité de la CoP sur les pratiques des activités RPP pendant l'expérimentation. Nous l'avons fait, d'une part, de façon détaillée pour M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ en analysant les séances observées et, d'autre part, de façon moins détaillée ou systématique pour d'autres enseignants, par exemple avec l'analyse des réunions et avec l'analyse de deux comptes-rendus de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$. Dans cette section, on cherche à analyser les effets persistants de l'activité de la CoP sur la pratique des enseignants à l'issue de l'expérimentation en étudiant, d'une part, les problèmes mis en oeuvre l'année IV par les enseignants et, d'autre part, les changements qu'ils ont perçus dans leur pratique. Dans cette analyse, nous avons trouvé trois catégories d'enseignants suivant les effets constatés sur leur pratique d'activités RPP : ceux où les effets sont les plus visibles, ceux où les effets sont faibles et ceux où les effets sont inexistants ou non avérés. La répartition des enseignants dans ces trois catégories est récapitulée dans le tableau 6.18. Cette étude étant en partie basée sur des déclarations des enseignants, nous tenterons de nous assurer de leur réalité, notamment en faisant des liens avec les analyses précédentes. En effet, même si nous avons insisté sur la sincérité des réponses pour la validité de la recherche, on ne peut cependant pas écarter l'éventualité d'une surestimation par les enseignants de l'impact de notre expérimentation sur leur pratique ou d'une surestimation de la proximité des situations que les enseignants proposent avec les nôtres.

Dans la catégorie où les effets susceptibles de favoriser la pratique d'activités RPP sont les plus visibles, on trouve M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$. Leurs réponses sont synthétisées dans le tableau 6.19 page 266. Concernant M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, nous avons déjà analysé dans le détails plusieurs de ses séances qui ont montré ces effets. On en trouve aussi l'année IV avec des activités RPP mises en oeuvre régulièrement, une par période, et un nouveau changement de pratique qui consiste à faire précéder les travaux en groupes par des travaux individuels. Par ailleurs, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ a aussi évolué quant aux objectifs des activités RPP puisqu'elle s'attachait avant tout à l'application d'une solution optimale[57], ce qui n'est plus le cas selon ses déclarations. Elle évoque aussi une activité RPP/ONT, type d'activités non pratiqué en début d'expérimentation, qui conduit à la reconnaissance du cercle comme ensemble de points équidistants d'un point donné. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$, qui n'a participé que la dernière année, a proposé

[56]Ce que nous avons déjà évoqué dans l'analyse de la consultation du site Web, cf. page 175.

[57]Cf. note 54 page 261.

deux problèmes qu'elle avait déjà mis en oeuvre. Par ailleurs, l'entretien a permis de confirmer que le problème d'organisation d'un tournoi était bien une activité RPP. Il y a donc une poursuite de la pratique commencée l'année III alors qu'elle était nouvelle.

Dans la catégorie où les effets de la CoP sur la pratique semblent faibles, on trouve M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{R}$, deux enseignants qui ont néanmoins un profil différent. Le tableau 6.20 page 267 synthétise leurs réponses. M. $\mathcal{H}$ avait déjà une pratique évoluée des activités RPP et il n'est pas évident que la CoP lui ait permis d'évoluer dans sa pratique. Cependant, il a apprécié « l'ouverture » supplémentaire de certains problèmes proposés sur le site Web par rapport à la version ERMEL. Il a notamment mis en oeuvre cette ouverture pour *Cordes* les années II et III où il laissait les élèves choisir le nombre de points. Quant à M^{me} $\mathcal{R}$, au premier abord, il semble que les effets sur sa pratique soient faibles ou non avérés car elle n'a repris aucun des problèmes proposés alors qu'elle aurait pu en choisir parmi quatre qu'elle n'avait jamais mis en oeuvre, dont *Cordes* et *Tours* qui semblent pourtant bien appréciés par les enseignants. De plus, M^{me} $\mathcal{R}$ déclarait déjà mener des activités RPP/ONT avant l'expérimentation. On voit donc mal le changement produit quand elle dit qu'elle introduit des nouvelles notions avec des problèmes de recherche. Cependant, ceci peut être un effet de sa découverte des ouvrages ERMEL lors de l'expérimentation. Les « activités de recherche » de certains manuels étant plutôt des activités où la place effective de la recherche est très réduite, elle traduit peut-être ici un changement réel de pratique. De plus, l'analyse de deux de ses comptes-rendus a montré qu'elle pouvait proposer des problèmes « abstraits » à ses élèves alors qu'elle ne pensait pas initialement que c'était possible[58]. Enfin, elle a constaté que les activités RPP pouvaient être des révélateurs de connaissances défectueuses chez les élèves alors qu'elle les pensait acquises. Elle peut donc conclure que ces activités sont pertinentes à mener en classe. Ces considérations nous amènent donc à conclure que l'activité de la CoP a eu quelques effets persistants sur la pratique d'activités RPP de M^{me} $\mathcal{R}$.

La dernière catégorie identifiée est celle des enseignants pour lesquels on ne constate pas d'effets de l'activité de la CoP susceptibles de favoriser les pratiques des activités RPP, elle comprend M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$. L'année IV, M. $\mathcal{D}$ n'a mis en oeuvre qu'un seul problème, *Cordes*, qu'il avait mis en oeuvre les années I et II mais pas l'année III. Lors des réunions, il a clairement marqué son intérêt pour différents problèmes mais nous n'avons pas remarqué de changement évident dans sa pratique observée, ce qu'il dit lui-même à propos de la gestion des débats lors de la réunion R8-III. Quant à M. $\mathcal{O}$, d'une part, il semble qu'il y ait une certaine contradiction entre le fait qu'il qualifie les activités RPP qu'il a mises en oeuvre l'année IV de « *petits problèmes* » avec des solutions qui peuvent être « *rapidement* » essayées et validées, et le fait qu'il mène leur résolution sur deux séances au lieu d'une, ce qui constituerait effectivement un changement puisque nous ne l'avons pas observé et qu'il disait en début d'année III qu'il ne faisait que l'envisager pour des recherches suffisamment longues. Comme pour M^{me} $\mathcal{R}$, sa classe comprend les mêmes élèves que l'année passée, ce qui l'a contraint à choisir des problèmes parmi les cinq qu'il n'a pas expérimentés. Il a seulement mis en oeuvre *Piscine*, qui reste peu clair à ses yeux, ce qui concorde avec notre analyse de la faible adoption de ce problème par les enseignants[59]. Il aurait encore pu choisir parmi les problèmes restants : *Triangles colorés*, *Somme des chiffres* et *Rectangles*. D'autre part, l'année IV, on retrouve parmi les exemples donnés un exemple similaire à celui évoqué dans le questionnaire d'arrivée dans la CoP,

[58]Cf. page 184.
[59]Cf. page 167.

Ens.	Problèmes l'année IV	Changements de pratique
M^{me} $\mathcal{S}$	Probablement un problème par période : *Tours*, *Triangles colorés*, *Somme des chiffres*, *Cordes* et « *pas tout à fait le même type : trouver les points à 10 cm d'un point donné* ».	Travail en groupes précédé d'un travail individuel pour une meilleure interactivité (lien possible avec R7-III) ; mises en commun difficiles à gérer pour que les élèves prennent la preuve en charge, pense que c'est possible, qu'elle fait mieux mais pas encore satisfaite, a appris à les laisser chercher sans intervenir mais en s'assurant qu'ils ont compris ce qu'il fallait chercher ; n'avait pas conscience de sa préférence pour la présentation orale des énoncés ; découverte d'un type de problèmes inconnu, non évoqué en formation à l'IUFM ou dans les manuels [n'évoque pas les programmes] ; surprise de la motivation des élèves dans ce genre de problèmes
M^{me} $\mathcal{G}$	*Tours*, *Cordes* et un autre problème lié à un projet d'organisation d'un tournoi.	Travaux de groupe dans d'autres disciplines (histoire) ; utilisation de questions plus ouvertes : « *Quelles questions se poser ? Quels ressources regarder ? etc.* » ; ne voit pas de difficulté à gérer les débats entre élèves mais se pose encore des questions sur les manières de gérer les diverses représentations des élèves, leurs erreurs notamment dans le fil de la séance.

TAB. 6.19: Problèmes mis en oeuvre l'année IV et changements de pratique déclarés et attribués à la CoP par M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{G}$.

Ens.	Problèmes l'année IV	Changements de pratique
M. $\mathcal{H}$	(pas de classe)	Apprécie « l'ouverture » supplémentaire de certains problèmes par rapport à la version ERMEL (ex. *Cordes*).
M^{me} $\mathcal{R}$	Aucun car la classe comprenait les mêmes élèves que l'année III.	Nouvelles notions introduites avec problèmes de recherche [pratique déjà présente] mais peut proposer des problèmes plus « abstraits » (cf. analyse de deux comptes-rendus page 184) ; des notions qui paraissent parfaitement acquises dans des situations très scolaires sont toujours à conforter : commutativité de l'addition et de la multiplication, transformation de sommes en produits, valeur du 0 , utilisation des parenthèses...

TAB. 6.20: Problèmes mis en oeuvre l'année IV et changements de pratique déclarés et attribués à la CoP par M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{R}$.

l'évolution n'est donc pas avérée malgré la présence d'autres problèmes l'année IV[60]. Il cite aussi les « défis » de la collection « Spirale ». Ce sont les problèmes « Maths en équipe » de chaque fin de séquence. Sans en avoir fait une analyse approfondie, il semble qu'il s'agisse de problèmes de type « rallye » qui sont très variés en ce qui concerne leur caractère d'activité RPP. Le fait qu'il trouve « spectaculaire » l'investissement des élèves dans les situations proposées, ce qu'il avait déjà évoqué à propos des travaux en groupes à la réunion R7-III, ne suffit peut-être pas à favoriser des changements de sa pratique ou bien nous ne pouvons en être suffisamment sûrs. Le fait qu'il n'ait pas remarqué, à l'instar de M^{me} $\mathcal{G}$[61] et de M^{me} $\mathcal{S}$, que les élèves semblaient davantage impliqués dans les autres activités mathématiques en classe, explique peut-être aussi le manque d'effets apparents et persistants dans sa pratique.

Par ailleurs, nous avons noté que les tâtonnements par essai/erreur des élèves n'étaient généralement pas reconnus comme des méthodes, alors qu'il ne s'agissait pas toujours de tâtonnements aléatoires. Les enseignants réagissent de manière un peu différente devant ce constat. Sans se l'expliquer, M^{me} $\mathcal{S}$ reconnaît l'intérêt de cette méthode « hors de la classe » mais moins ou pas devant ses élèves. Sans préciser davantage, M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{G}$ évoquent la gestion de l'hétérogénéité des élèves, de leur avancée dans le problème ou du temps consacré au problème qui explique parfois une synthèse trop rapide de l'enseignant sur cette méthode souvent employée par les élèves. M. $\mathcal{O}$ ne fait pas de commentaire sur ce point et nous n'avons pas recueilli l'avis de M. $\mathcal{H}$.

Enfin, il faut noter que l'activité de la CoP a des effets de bord, c'est à dire qu'elle peut influen-

[60] Problèmes basés sur le nombre et le type de pièces de monnaie.
[61] Cf. réunion R8-III.

Ens.	Problèmes l'année IV	Changements de pratique
M. $\mathcal{D}$	*Cordes* ; des difficultés dues à une classe double niveau très hétérogène et à des élèves « *perturbateurs* ».	Traitement de parties du programme laissées de côté auparavant ; trouve les débats difficiles à gérer car les élèves doivent savoir s'écouter ; pense que ce qu'il a fait n'est « *pas terrible* » mais submergé de travail ; difficile d'utiliser de nouvelles méthodes y compris pour le travail de groupe ; reconnaît le tâtonnement comme une méthode mais certains élèves ne suivent pas et il faut gérer l'hétérogénéité de la classe ; évoque les difficultés des élèves à s'exprimer oralement.
M. $\mathcal{O}$	Problèmes non repris car la classe comprenait les mêmes élèves que l'année III ; a mis en oeuvre *Piscine*, qui reste peu clair pour lui ; pense avoir fait le tour des problèmes qui l'intéressent. En début d'année, petits problèmes de recherche du type « *Trouver combien j'ai de pièces de 1 et 2 euros sachant que j'ai 13 euros et 7 pièces* » où des solutions peuvent être rapidement essayées et (in)validées. En cours d'année, recherche en physique ou en technologie par binôme, problèmes de dénombrement : « *nombre de boissons possibles en prenant un élément de chaque famille [avec 3 familles et entre 2 et 3 éléments par famille]* », « *nombre de vitesses sur un vélo en fonction du nombre de plateaux et de pignons* ». Au moins 2 fois par semaine, le jeu « Le compte est bon ». En fin de période, des petits « *défis* » par groupes, sur le modèle de ceux proposés dans la collection Spirale.	Aidé par l'expérimentation en ce qui concerne le travail de groupe, surpris par les élèves qui cherchent (« *spectaculaire* ») ; a changé de pratique en utilisant au moins 2 séances de durée moindre au lieu d'essayer de « *boucler* » à tout prix sur une seule séance ; trouve difficile la gestion des débats entre élèves ; trouve que les élèves réinvestissent peu leur capacité à chercher dans les autres situations de classe, en mathématiques ou non. Ils ne cherchent notamment pas à vérifier les solutions trouvées.

TAB. 6.21: Problèmes mis en oeuvre l'année IV et changements de pratique déclarés et attribués à la CoP par M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$.

cer la pratique des enseignants au-delà du champ de l'expérimentation, c'est à dire de la pratique des activités RPP. Par exemple, M. $\mathcal{D}$ déclare, une nouvelle fois lors de l'entretien l'année IV, traiter des domaines mathématiques qu'il laissait habituellement de côté[62] et M^{me} $\mathcal{G}$ indique des prolongements dans sa manière d'enseigner dans d'autres disciplines. Lors de la réunion R8-III, certains enseignants avaient aussi évoqué des prolongements : M. $\mathcal{H}$ en EPS, et aussi M^{me} $\mathcal{S}$, mais sans être précise sur leur nature. Lors de l'analyse des expériences menées autour des *problèmes ouverts*, on a vu que les enseignants évoquaient déjà des effets de bord plus ou moins similaires (Arsac et al. 1991).

En conclusion, on observe donc que l'activité de la CoP est susceptible de favoriser la pratique d'activités RPP chez des enseignants en dehors de l'engagement direct dans la CoP. Cette persistance ne semble pas dépendre de la qualité de pionnier ou de novice de l'enseignant. Cependant, tous les enseignants ne sont pas concernés ou alors pas avec la même intensité. Il sera donc intéressant de faire un lien entre les effets observés et leur implication dans les activités de la CoP à l'aide des analyses précédentes, ce qui sera fait plus loin avec l'identification de leurs trajectoires. Par ailleurs, il faut rappeler que nos résultats dépendent des déclarations des enseignants et que, même si nous avons cherché à les contrôler, nous n'avons pas eu accès à leur pratique à l'issue de l'expérimentation. Par contre, nous disposons des séances observées durant l'expérimentation, c'est un matériel dont l'étude détaillée pourrait permettre d'affiner l'analyse des effets de l'activité de la CoP sur les pratiques.

6.2.3 Bilan de l'expérimentation par les enseignants

Après avoir identifié les effets persistants de l'activité de la CoP sur la pratique de classe, élargissons l'étude des effets au bilan global fait par les enseignants un an après la fin de l'expérimentation concernant l'activité même de la CoP.

Globalement, chaque enseignant se déclare satisfait de sa participation à l'expérimentation, excepté M^{me} $\mathcal{R}$ qui n'a pas répondu à cette question et que nous n'avons pu interviewer. M. $\mathcal{H}$ n'a pas répondu au questionnaire de fin d'année sur ce point mais il a montré explicitement lors des réunions qu'il était satisfait du design de l'expérimentation et notamment de l'aspect « minimaliste » du site Web. Les autres enseignants montrent aussi à leur manière une satisfaction vis à vis du design de l'expérimentation. D'une certaine façon, on retrouve dans les bilans des catégories similaires à celles concernant les effets sur les pratiques de classe. Tout d'abord, M^{me} $\mathcal{S}$ et M^{me} $\mathcal{G}$ soulignent toutes deux explicitement avoir apprécié les échanges entre collègues. M^{me} $\mathcal{S}$ précise que « *on ne le fait pas assez, on ne prend pas le temps* » et M^{me} $\mathcal{G}$ dit qu'elle apprécie ce travail accompagné avec un nombre restreint d'enseignants, modalité qu'elle ne trouve pas ou plus dans les animations de circonscription, qu'elle aurait apprécié un forum et qu'elle pensait à plus de « *confrontations* » entre collègues, comme elle en voit dans des listes de diffusion qu'elle fréquente. Rappelons qu'en début d'expérimentation, ces deux enseignantes déclaraient aussi ne pas travailler avec des collègues pour concevoir des séances de classe. À propos des comptes-rendus, M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle est « *assez scolaire* » pour respecter le contrat de la CoP mais précise qu'il est « *bien de ne pas se sentir obligé, sinon la contrainte est trop forte et on part* ». Elle souligne aussi l'intérêt de la globalité des modalités de travail de la CoP. De leur côté, M. $\mathcal{D}$[63] et M. $\mathcal{O}$ appré-

[62] Il l'avait déjà dit lors de la réunion R8-III. Ces activités consistaient notamment à exploiter des statistiques et des représentations graphiques de données.

[63] Il en parle lors de la réunion R7-III.

cient les comptes-rendus des autres collègues sans en rédiger eux-mêmes. M. $\mathcal{D}$ met en avant des contraintes de temps, sa retraite prochaine, le fait qu'il est difficile de se remettre en cause et qu'il prend des notes sur ses propres documents. Il a apprécié les réunions, notre présence, le fait de ne pas sentir jugé à l'inverse des animations pédagogiques où « *certains se la ramènent et d'autres, qui pourraient parler, se taisent* » et dit que ces réunions sont des « *moteurs* » pour les mises en oeuvre. M. $\mathcal{O}$ est moins disert sur le design, si ce n'est qu'il trouve le site Web « *pratique* », même s'il a été dérouté au début par la « *simplicité* » des énoncés et qu'il n'avait pas compris qu'il pouvait les adapter aux élèves. Des problèmes similaires de liberté d'action concernant les pionniers ont déjà été relevés l'année I, notamment en ce qui concerne le nombre de séances et le lien avec nos observations.

Il faut relativiser la satisfaction de ces quatre enseignants car nous n'avons pas pu recueillir les avis de M^{me} $\mathcal{R}$, M. $\mathcal{F}$ et M. $\mathcal{M}$ qui auraient peut-être pu la nuancer, notamment celui M^{me} $\mathcal{R}$ qui s'est plus ou moins désengagée de l'activité de la CoP l'année III, sans doute devant le manque d'apport de notre part.

Concernant le fait que certains débats entre collègues tournent court lors des réunions, les raisons qu'évoquent chaque enseignant peuvent se résumer ainsi : chacun a le sentiment d'une pratique personnelle qui vaut principalement pour lui et d'une pratique qui n'est pas très assurée. Malgré son expérience des activités RPP, c'est aussi le cas pour M. $\mathcal{H}$, il en a fait part à plusieurs reprises lors des réunions.

6.2.4 Des profils aux trajectoires

Dans le chapitre consacré au cadrage théorique, nous avons présenté les trajectoires évoquées par Wenger : trajectoires périphériques, vers l'intérieur, intérieures, vers l'extérieure d'une CoP[64]. Revenons sur deux problèmes qui se posent les concernant, l'un théorique, l'autre méthodologique.

En premier lieu, quand l'auteur parle de trajectoires, il les évoque dans le cadre des CoP spontanées et non intentionnelles comme c'est le cas ici. Notamment dans une CoP a priori développée au stade de la fusion, est-il possible et pertinent de parler de trajectoires ? Dans notre expérimentation, nous avons fait le choix de recruter de nouveaux membres, les novices, alors que ce recrutement est prévu, selon Wenger, au stade de maturation, c'est à dire à celui qui suit le stade de fusion auquel nous pensons être arrivé. Il est possible que nous ayons franchi les étapes trop rapidement mais nous manquons d'éléments pour le confirmer ou l'infirmer. Toujours est-il que le déroulement de l'expérimentation semble donc nous placer, au moins du point de vue théorique, au stade de maturation, c'est à dire d'une CoP qui a déjà un fonctionnement régulier, qui se développe en recrutant des nouveaux membres pour diffuser la connaissance acquise. En considérant la différence entre CoP spontanées et intentionnelles comme caduc à ce stade, il semble alors légitime d'utiliser les concepts de trajectoires.

En second lieu, l'auteur ne donne aucune méthode pour identifier concrètement ces trajectoires alors qu'elles semblent pratiques pour résumer à la fois la participation aux activités de la CoP et l'évolution dans la pratique d'activités RPP. Comment alors catégoriser les trajectoires des enseignants ? Il existe beaucoup d'éléments qu'il serait logique de prendre en compte parmi lesquels on peut citer : la pratique de classe, le profil de participation aux réunions, le profil de consultation du site Web, la contribution aux comptes-rendus et leur exploitation de ceux-ci, la pratique préalable

[64] Cf. page 24.

Ens.	Bilan de l'expérimentation
M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$	Échanges intéressants entre collègues : « *on ne le fait pas assez, on ne prend pas le temps* » ; les comptes-rendus sont coûteux, elle est « *assez scolaire* » pour respecter le contrat de la CoP mais précise qu'il est « *bien de ne pas se sentir obligé, sinon la contrainte est trop forte et on part* » ; souligne l'intérêt de la globalité des modalités de travail de la CoP.
M. $\mathcal{D}$	Expérience intéressante mais sentiment d'être décalé : retraite prochaine, difficile de se remettre en cause ; son usage d'Internet est basique, n'arrive pas à résoudre des problèmes techniques qui peuvent durer des jours et trouve difficile de lire sur écran ; les réunions sont des « *moteurs* » pour les mises en oeuvre (en plus de notre présence), sympathiques et on n'a pas le sentiment d'être jugés à l'inverse des animations pédagogiques où « *certains se la ramènent et d'autres, qui pourraient parler, se taisent* » ; réflexion juste après sa séance et prend des notes sur ses documents ; la durée de ces activités de recherche pour expliquer qu'elles ne sont pas répandues ne tient pas la route car cela fait partie du programme.
M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$	–
M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$	Apprécie ce travail accompagné avec un nombre restreint d'enseignants, modalité qu'on ne trouve pas ou plus en animation de circonscription ; aurait apprécié un forum et pense à plus de « *confrontations* » entre collègues comme elle en voit dans des listes de diffusion qu'elle fréquente ; les comptes-rendus des autres l'intéressent (ex. *Tours*) et la font réfléchir, mais pas en cours de séance.
M. $\mathcal{O}$	L'expérience a permis de confronter différentes pratiques face aux difficultés de la mise en oeuvre de telles séances ; est motivé par les comptes-rendus des collègues ; trouve le site Web « *pratique* » mais a été dérouté au début par la « *simplicité* » des énoncés du site Web et n'avait pas compris qu'il pouvait les adapter aux élèves.

TAB. 6.22: Éléments du bilan sur l'expérimentation qui diffèrent selon les enseignants.

d'activités de recherche, etc. La liste est longue et une étude uniquement quantitative semble peu pertinente étant donné la nature des données à prendre en compte. De plus, les profils identifiés jusqu'à présent, excepté pour les effets de la CoP, ne rendent pas compte des évolutions au cours du temps, il faut donc en introduire.

Finalement, pour faciliter la détermination des trajectoires, nous avons choisi de limiter les éléments considérés, d'une part, aux taux de transmission des comptes-rendus augmentés de leur évolution entre les années, aux profils de participation aux réunions augmentés des variations du taux de présence, et, d'autre part, à la pratique préalable d'activités RPP et aux effets sur la cette pratique. Les trois premiers critères résument l'engagement direct dans la CoP et les deux derniers permettent d'évaluer les évolutions concernant la pratique d'activités RPP, l'entreprise commune de la CoP. Nous n'avons pas retenu le profil de consultation du site Web car, le contenu n'ayant pas été modifié sensiblement pendant de longs moments et l'entreprise commune ayant un caractère exceptionnel dans la pratique quotidienne des enseignants, il est normal de constater qu'ils n'y aient pas accédé régulièrement. Ce critère ne semble donc pas pertinent pour évaluer l'engagement dans la CoP. À l'inverse, nous avons retenu les variations de présence aux réunions alors que nous les avions laissées de côté pour l'identification des profils de participation aux réunions. Les absences aux réunions peuvent avoir des origines diverses mais elles coïncident parfois avec d'autres indicateurs comme, par exemple, une baisse des taux de comptes-rendus. Enfin, du fait de notre méthodologie et des arrivées et départs des divers enseignants selon les années, nous n'avons pas toujours toutes les informations que nous avons choisies de considérer pour tous les enseignants. Ceci nous conduit donc à nous intéresser à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{O}$, c'est à dire à la fois à des pionniers et à des novices.

Revenons maintenant sur le lien que nous avons fait entre les données considérées et les différentes trajectoires évoquées par Wenger afin de justifier nos conclusions qui sont récapitulées dans le tableau 6.23 page 274.

Les trajectoires intérieures sont celles des enseignants qui pratiquent déjà des activités RPP et qui participent aux activités de la CoP. Pour autant, cette pratique n'est pas forcément stabilisée, elle évolue encore au gré de l'activité de la CoP. C'est le cas de M. $\mathcal{H}$ puisqu'il pratiquait déjà les activités RPP, non-ONT et ONT, qu'il a apprécié l'ouverture supplémentaire des problèmes proposés sur le site Web et qu'il a montré un bon engagement dans la transmission des comptes-rendus et lors des réunions en témoignant régulièrement de son expérience. Les trajectoires vers l'intérieur sont celles des enseignants qui s'engagent fortement et de plus en plus dans les activités de la CoP et pour lesquels on peut percevoir des effets sur leur pratique. C'est le cas de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$, de par la visibilité des effets, de par leur taux de transmission de comptes-rendus et de leur évolution, de par leur participation lors des réunions, plutôt quantitativement en ce qui concerne M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et plutôt qualitativement en ce qui concerne M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$. Selon Wenger, les trajectoires périphériques ne « *mènent jamais à une participation complète* » mais « *peuvent par contre procurer un accès particulier à une communauté et sa pratique qui s'avère assez important pour l'identité d'un individu* ». Ceci semble caractéristique de M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$. Ils n'ont transmis aucun compte-rendu mais ont bien participé aux réunions, plutôt qualitativement pour M. $\mathcal{D}$ et plutôt quantitativement pour M. $\mathcal{O}$ et, si les effets sur leur pratique ne sont pas avérés, ils déclarent tout de même y trouver leur compte. Quant à la trajectoire de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$, tout d'abord vers l'intérieur, elle se caractérise par un changement d'orientation vers l'extérieur au cours de l'année II. Sa participation en termes de comptes-rendus s'accroît puis décroît et sa participation aux réunions est très bonne au début de l'expérimentation pour s'annuler vers la fin. Sans doute devant un manque d'apport de solutions de notre part, cette enseignante a pensé qu'elle ne pouvait trouver ce qu'elle attendait au sein d'une pleine activité dans la CoP. Pour autant, elle ne s'en est pas désengagée et on constate aussi quelques effets dans ses pratiques.

La figure 6.3 propose une représentation des trajectoires des enseignants.

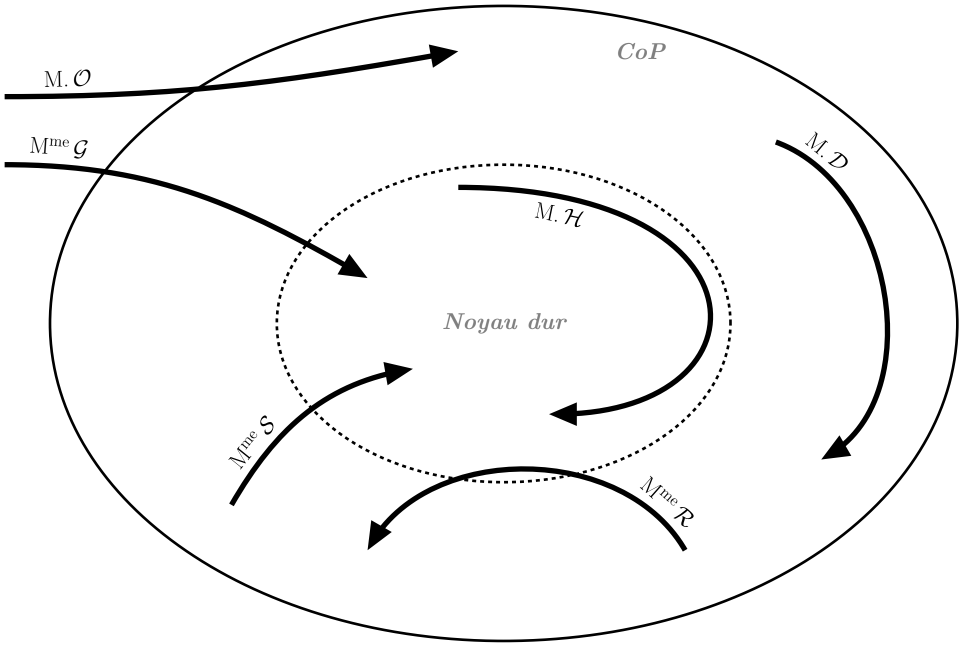


FIG. 6.3: Les trajectoires des enseignants.

Ens.	Trajectoires	Comptes-rendus *Taux transmission* *Variations*	Réunions *Participation & autonomie* *Variations présence* *Commentaires*	Activités RPP préalables non-ONT	 ONT	Eff. sur la prat. d'activ. RPP
M^{me} $\mathcal{S}$	Vers intérieur	44% $\searrow\nearrow$	Participation ++, Autonomie ± $\nearrow\nearrow^{max}$ Questions récurrentes	Oui	–	Visibles
M. $\mathcal{H}$	Intérieure	56% $\nearrow\searrow$	Participation ++, Autonomie ++ Options multiples, historique de pratique, accueil novices $\nearrow^{max}$, max	Oui	Oui	Faibles
M. $\mathcal{D}$	Périphérique	0% $\rightarrow$	Participation ++, Autonomie ++ $\searrow\nearrow$ Intérêt pour la CoP, influence limitée	Non	Non	Non avérés
M^{me} $\mathcal{R}$	Vers int. puis vers ext.	33% $\nearrow\searrow$	Participation -, Autonomie ± $\searrow\searrow$ Attente soutien, intérêt pour ERMEL	–	Oui	Faibles
M^{me} $\mathcal{G}$	Vers intérieur	67% –	Participation -, Autonomie + 3/4 Options RPP et CoP	Non	Non	Visibles
M. $\mathcal{O}$	Périphérique	0% –	Participation -, Autonomie ± 3/4 Constats et questions	Oui	–	Non avérés

TAB. 6.23: Critères de détermination de trajectoires.

6.3 Conclusion

Ce chapitre était consacré aux trajectoires des enseignants et comprenait deux parties. La première a concerné principalement la pratique d'une enseignante et la deuxième l'identification des trajectoires des enseignants les plus présents dans l'expérimentation ainsi que des novices.

Pour la première partie et face à la quantité de données recueillies, nous avons limité nos investigations les plus poussées des pratiques observées à celles d'une seule enseignante. Le choix de centrer cette étude sur M^{me} $\mathcal{S}$ a été notamment justifié, d'une part, par son investissement dans la CoP et, d'autre part, par la présence de plusieurs éléments et évolutions dans sa pratique qui étaient aussi perceptibles dans la pratique des autres enseignants, celle de M. $\mathcal{H}$ faisant un peu figure d'exception étant donné son expérience dans le domaine. La conclusion de cette première partie a aussi permis d'évoquer la pratique des autres enseignants et de montrer que la contrainte du temps, fréquemment évoquée pour expliquer des écarts par rapport aux potentialités des activités, n'est pas la seule en cause. La complexité des activités RPP en est une autre tout aussi importante et l'analyse a permis d'illustrer concrètement comment des enrichissements de la pratique d'un enseignant peuvent ne pas provoquer les enrichissements attendus dans l'activité des élèves. L'enseignant, ne pouvant alors obtenir qu'un faible retour sur investissement et peu de rétroactions sur la pertinence de certains de ses choix, se trouve alors obligé, souvent consciemment et au moins a posteriori, de revenir à des pratiques plus traditionnelles. On voit là alors apparaître une dynamique importante de l'accompagnement de la pratique par la CoP, celui de confirmer la pertinence des choix par les expériences de ses membres. À cet égard, on a vu aussi comment l'activité de la CoP, par le biais de la composante sociale des pratiques, pouvait influencer, à tort ou à raison, la pratique d'un enseignant, même si certains aménagent aussi ces contraintes (composante personnelle).

Concernant les activités RPP, elles sont souvent davantage des activités de recherche que des activités de preuves ou de débats entre pairs. L'analyse a mis en évidence que les problèmes rencontrés par les enseignants – et les élèves ! – relevaient autant de la dévolution du problème initial que de la dévolution des débats et des preuves. En ce concerne la dévolution du problème, une contrainte qui semble liée à la composante sociale des enseignants fait qu'un temps souvent trop important, par rapport à la durée consacrée à la résolution du problème, est consacré à la recherche ou à la découverte par les élèves de finesses du problème pourtant indispensables à sa bonne dévolution. Il s'ensuit que le temps « restant » doit être alors géré de manière plus directive et plus fermée par l'enseignant qui veut conclure. En ce qui concerne la dévolution des débats et des preuves entre pairs, plusieurs aspects ne permettant pas à l'ensemble des potentiels des activités RPP de s'exprimer ont retenu notre attention. Sans revenir sur les détails déjà présentés, ils concernent : les validations de l'enseignant pendant la recherche des élèves, l'insuffisance ou la non pertinence des consignes pour obtenir d'avis des élèves, l'ordre d'exploitation des productions d'élèves, l'évaluation des méthodes utilisées par les élèves, la recherche de solutions optimales et de leur application par les élèves. D'autres aspects sont aussi à considérer à propos des modalités et des supports matériels de travail qui peuvent ou non favoriser la réussite de telle ou telle phase individuelle ou collective. En même temps que de poser la question de la pertinence des ressources proposées dans l'expérimentation, ces conclusions posent donc aussi la question de la connaissance scientifique que nous avons des options possibles et de leur pertinence dans la gestion de ces activités. Des recherches supplémentaires dans ce domaine restent nécessaires.

La deuxième partie du chapitre s'est tout d'abord intéressé à la façon d'identifier les trajectoires des enseignants, concept introduit par Wenger mais sans méthodologie opérationnelle. Après avoir discuté de la pertinence du concept pour résumer à la fois leur implication dans l'activité de la CoP, qui vise à favoriser la pratique des activités RPP, et les effets dans leur pratique, nous avons délimité les critères permettant de mener à bien cette identification. Ceci a permis de rendre compte d'une façon synthétique de la grande variété de l'engagement des enseignants et de son évolution, et des effets sur leur pratique, ce qui tend à montrer la pertinence du concept de trajectoire au sein d'un collectif d'enseignants visant à faire évoluer les pratiques. Cette étude a aussi mis en évidence l'existence d'effets de bord sur les pratique qui sont non négligeables. (Arsac et al. 1991) en avait déjà cité quelques uns mais il faudrait probablement les étudier de manière plus approfondie car, selon nous, c'est un important potentiel des activités RPP que d'enclencher de nouvelles dynamiques dans la pratique des enseignants qui dépassent le strict cadre initial de ces activités.

Si les conclusions concernant les pratiques observées des activités RPP nous paraissent globalement peu sensibles à nos choix méthodologiques, c'est peut-être un peu moins le cas des conclusions concernant les trajectoires des enseignants observés. En effet, ces dernières s'appuient essentiellement sur des déclarations et, même si nous en avons contrôlées certaines par des éléments ou des analyses annexes, elles ne sont pas aussi fiables que si elles étaient basées sur des observations. De plus, l'analyse de l'ensemble du matériel recueilli lors des observations permettrait probablement d'avoir une connaissance plus fine de l'évolution des pratiques observées et serait donc susceptible de modifier, ou tout au moins d'affiner, nos conclusions sur la trajectoire de tel ou tel enseignant.

Enfin, nous retenons aussi de ce chapitre que, généralement, les enseignants ont apprécié le design de l'expérimentation et qu'ils voient généralement un impact intéressant sur leur pratique, ce qui tend à confirmer la pertinence et l'intérêt de l'approche « CoP » et des outils méthodologiques qui nous permis de construire le design initial. Là aussi, des précautions s'imposent car, d'une part, une enseignante, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$, est tout de même plus réservée sur ces aspects et sur ce qui concerne les effets sur sa pratique, d'autre part, car certains enseignants n'ont pu participer au bilan effectué l'année IV. Par ailleurs, le chapitre précédent a déjà mis en évidence que les constats faits au cours du déroulement de l'expérimentation et dans les analyses tendent à montrer que des évolutions de l'accompagnement de la CoP et des ressources proposées sont possibles et souhaitables. Les conclusions de ce chapitre le confirment encore un peu plus.

Chapitre 7

Résultats et perspectives de recherche

NOTRE travail de recherche visait à rechercher et à étudier les moyens de favoriser la pratique des activités de recherche et de preuve entre pairs (activités RPP) dans des classes d'enseignants expérimentés du cycle 3 de l'école primaire. Prenant en compte les travaux menés autour de la double approche (Robert et Rogalski 2002), nous nous sommes placés d'emblée dans une perspective d'intégration progressive de nouvelles pratiques dans celles d'enseignants expérimentés. Au début de notre travail, nous avons fait des hypothèses sur : la complexité des activités RPP, la pertinence et l'accessibilité de l'information destinée aux enseignants, la pertinence d'un travail collaboratif basé sur une communauté de pratique intentionnelle et enfin, la durée nécessaire aux changements de pratique. Elles nous ont conduit à formuler la thèse qu'une communauté de pratique (CoP)[1] d'enseignants, supportée notamment par les nouvelles technologies, était susceptible de favoriser la pratique d'activités RPP dans les classes.

Nous allons maintenant revenir sur les chapitres précédents en synthétisant et en mettant en perspective les résultats obtenus par rapport aux recherches antérieures ou actuelles. Pour ce faire, nous traiterons successivement de l'étude préliminaire menée autour des activités RPP, de la théorie des CoP et de la mise en place de l'expérimentation puis des résultats que cette expérimentation a permis d'obtenir.

7.1 Les activités de recherche et de preuve entre pairs

Nous avons fait une étude préliminaire des expérimentations antérieures, des instructions officielles et des ressources existantes les plus accessibles aux enseignants. Il s'agissait d'en savoir plus sur les raisons expliquant la faible diffusion des activités RPP dans les classes et d'identifier des dynamiques possibles à initier ou à soutenir pour favoriser ces pratiques dans les classes.

7.1.1 Définition, potentiels et légitimité des activités RPP

Pour cette étude, il était naturel de poser la question de la définition et de la légitimité des activités RPP. L'analyse de la littérature et des programmes a montré que ces activités portaient diverses appellations, chacune référant à un modèle précis, mais qui ne le dénotait pas suffisamment bien. Nous avons alors justifié la pertinence de l'appellation *activités de recherche et de preuve entre*

[1] CoP = *Communities of Practice*.

pairs (RPP) et d'*activité orientée notion/technique* (ONT) qui permettaient aussi de regrouper les appellations précédentes. Pour mieux les caractériser, nous avons ensuite défini *le potentiel de recherche*, *le potentiel de débat*, *les potentiels de résistance et de résistance dynamique* et *le potentiel didactique* d'une activité RPP. Ces nouveaux concepts ont été particulièrement utiles pour décrire les potentialités des activités RPP en dehors des moyens de leur mise en oeuvre. Notre initiative s'inscrit donc dans le sillage des travaux qui s'attachent à légitimer la présence des activités RPP dans les classes, les plus récents s'intéressant à l'écologie de ces situations au travers de leur potentiel didactique (Grenier à paraître ; Hersant et Thomas 2008 ; Ouvrier-Buffet 2006 ; Dias et Durand-Guerrier 2005 ; *EXPRIME*)[2]. Comme la présente recherche, d'autres s'intéressent à leur écologie avec une approche ergonomique complémentaire inspirée du champ des *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* (EIAH) (Aldon 2008 ; Weiss et al. à paraître).

7.1.2 Les expérimentations antérieures

Celles-ci tendent à montrer que les réticences des enseignants pour mener des activités RPP ne sont pas dues aux élèves car les expérimentations révèlent généralement un très bon investissement de leur part. Les auteurs évoquent des apprentissages mais ces résultats ne sont pas ou peu justifiés par une méthodologie élaborée. Si les résultats convergent, ce qui tendrait à les valider, il reste que des recherches complémentaires semblent nécessaires. Par ailleurs, curieusement, les travaux consultés font peu ou pas référence à des études sur l'activité des mathématiciens. Ceci nous semble pourtant nécessaire pour mieux assurer une transposition dans les classes. Nous-mêmes n'avons pas mené une recherche suffisante de références dans le domaine mais quelques lectures ont déjà révélé que l'activité des mathématiciens pouvait beaucoup varier d'un mathématicien à l'autre.

Les travaux autour du *débat scientifique* (Legrand 1989) sont régulièrement cités mais on trouve cependant une grande variété dans les transpositions réalisées, comme c'est le cas pour MATh.en-.JEANS (Duchet et Audin 2009) ou les ARM (Eysseric 2002) qui s'étendent au-delà du cadre de la classe. À l'inverse, d'autres transpositions recherchent plutôt une intégration rapide et au plus près des pratiques existantes, c'est notamment le cas des *problèmes ouverts* (Arsac et al. 1991). Entre les deux, on trouve les expérimentations menées autour des *SiRC* (Grenier à paraître ; Grenier et Payan 2002 ; Ouvrier-Buffet 2006) qui recherchent généralement à assurer une écologie favorable grâce à des situations basées sur des problèmes ouverts pour la recherche, assurant par là des potentiels de résistance et de résistance dynamiques intéressants. Même si les chercheurs mettent l'accent sur la robustesse des activités, nous pensons que la contre-partie est sans doute celle d'une moins bonne assurance du côté de l'enseignant, puisque ce dernier n'aura généralement pas suffisamment d'options de gestion à sa disposition. Ayant l'objectif de réduire la distance entre les pratiques existantes et les pratiques des activités RPP, l'expérimentation des *problèmes ouverts* nous a paru la plus simple à mettre en oeuvre, d'autant que les chercheurs font état d'un rendement très intéressant sur les pratiques des élèves et des enseignants avec un faible nombre d'activités dans l'année. Autrement dit, ils proposent déjà une manière pertinente de faire « fréquenter les mathématiques »

[2] La recherche EXPRIME (EXpérimenter des Problèmes de Recherche Innovants en Mathématiques à l'Ecole) a pour objectif d' « *élaborer des ressources permettant aux enseignants de mettre en oeuvre dans le cours ordinaire de la classe des problèmes de recherche en mettant en évidence, sur quelques problèmes classiques ou moins classiques, les ressorts fournis par la dimension expérimentale de l'activité mathématique d'une part, les connaissances mathématiques travaillées en lien avec les programmes à différents niveaux d'enseignement primaire et secondaire, d'autre part* » (*EXPRIME*).

aux élèves (Hache et Robert 1997).

L'étude des expérimentations avait permis de commencer à évoquer la question des ressources destinées aux enseignants, notamment avec la brochure (Arsac et al. 1991), nous y revenons plus en détail maintenant.

7.1.3 Les ressources destinées aux enseignants

Partant du constat que les activités RPP ne diffusaient pas dans les pratiques, l'étude des ressources destinées aux enseignants s'est imposée, d'autant plus qu'elle permettrait d'affiner nos choix concernant les ressources que nous souhaitions utiliser dans notre expérimentation.

Devant la pléthore des ressources disponibles, en plus des instructions officielles, nous avons restreint cette étude aux ressources les plus susceptibles d'aider les enseignants : les ouvrages édités par l'équipe de recherche ERMEL-INRP et le numéro spécial Grand N « Points de départ » édité par l'IREM de Grenoble et consacré aux activités RPP. Une nouvelle restriction du champ d'investigation a consisté à centrer notre étude, d'une part sur les programmes et les documents d'application et d'accompagnement concernant directement les activités RPP et, d'autre part, sur deux activités : *Golf* (ERMEL CE2 ; ERMEL CM2) et « Rectangles » (IREM de Grenoble 2003)[3]. Nous avons étudié ces ressources avec des outils didactiques classiques, les concepts de potentiels des activités RPP et des outils provenant du champ de recherche sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) tels les concepts d'évaluation empirique et par inspection, d'utilité, d'utilisabilité et d'adaptabilité, d'accessibilité, d'acceptabilité et, dans une moindre mesure, de prise en compte en compte de l'expérience de l'utilisateur (Tricot et al. 2003 ; Georget à paraître ; Georget 2006).

Ces outils d'analyse se sont révélés productifs et complémentaires des outils didactiques classiques. Ils ont permis de rationaliser l'hypothèse selon laquelle les ressources proposées souffraient souvent d'un défaut d'ergonomie et de les valider. Tout d'abord, les ressources proposées présentent bien certaines caractéristiques attendues en proposant de véritables activités RPP pour la classe et des outils d'analyse des différentes situations de recherche en distinguant par exemple les activités RPP et ONT et en proposant des liens vers d'autres références. Cependant, elles souffrent aussi de manques qui les rendent, selon nous, peu utiles. La plupart du temps, un unique scénario est proposé et les auteurs n'évoquent pas d'autres options pour gérer les activités proposées qui laisseraient davantage de marge de manoeuvre aux enseignants. Leur utilisabilité, particulièrement leur adaptabilité, semble donc insuffisante et, par conséquent, leur acceptabilité est fragilisée. Ensuite, les solutions ou les preuves des problèmes ne sont pas toujours données, ce qui fait que les enseignants doivent les rechercher. Les auteurs qui misent sur l'heuristique de la recherche des problèmes par les enseignants nous paraissent faire fausse route. En effet, s'ils aboutissent dans leurs recherches les enseignants seront peu sécurisés sur leurs résultats. De plus, on connaît maintenant les limites des formations basées sur l'homologie, ce qui est un peu le cas ici. Enfin, l'étude d'une preuve et la vérification des solutions ont aussi des vertus heuristiques non négligeables. Aussi, il nous a semblé que la présence des solutions et des preuves dans les ressources fournies aux enseignants était nécessaire.

Ayant montré que les ressources destinées aux enseignants pouvaient être plus ergonomiques et

[3]Ces activités sont similaires à celles proposées dans notre expérimentation mais elles s'en distinguent aussi de plusieurs points de vue.

prendre davantage en compte les contraintes liées aux différentes composantes de la pratique des enseignants, il semblait alors possible de permettre des transitions plus progressives en réduisant la distance entre pratiques existantes et nouvelles, notamment en proposant davantage d'options pour les mises en oeuvre.

Les restrictions de notre champ d'investigation sont de nature à limiter la portée de nos résultats. En effet, il peut y voir un biais important puisque nous n'avons analysé qu'un faible volume de données par rapport à la quantité de ressources disponibles. Selon nous, ce n'est pas le cas. Appuyé sur notre expérience de formateur en IUFM, il apparaît que les enseignants utilisent essentiellement les manuels scolaires pour préparer la classe. Or, les activités de « résolution de problèmes » qui y sont proposées sont rarement des activités de recherche (Coppé et Houdement 2002 ; Houdement 1998). Les ressources a priori les plus à même d'aider les enseignants ne sont donc pas présentes dans leur espace de travail. La question de construire des ressources adaptées aux enseignants et de les introduire dans l'espace de travail se pose donc de manière particulièrement saillante.

7.2 La théorie des CoP et l'expérimentation

Dans cette section, nous revenons sur les éléments de notre étude concernant la théorie des CoP et ses articulations avec les autres cadres théoriques et sur les éléments méthodologiques concernant la conception de l'expérimentation.

7.2.1 Théorie des CoP, didactique des mathématiques et ergonomie

Des recherches en didactique des mathématiques attestant d'effets limités des formations « traditionnelles » (Robert 2001, notamment pp. 62-63), il était logique de recourir à un « nouveau » moyen pour favoriser des évolutions de pratiques. Dès lors, l'hypothèse de la nécessité d'un travail collaboratif entre pairs sur la durée s'est traduite par le recours à la théorie des communautés de pratique.

Tout d'abord, nous avons fait une lecture critique des principaux écrits de Wenger. Ce dernier propose une théorie sociale de l'apprentissage ayant un fort degré de généralité. Face à certaines définitions, parfois peu explicites ou qui se dispersaient à plusieurs endroits, nous avons dû reformuler les concepts sous-jacents, notamment en les illustrant ou en les adaptant au domaine de l'enseignement. Nous avons ainsi présenté le concept de communauté de pratiques, qu'elle soit spontanée ou intentionnelles, et ses principales caractéristiques. Sous la forme d'une définition concise que nous avons élaborée, nous en avons retenu qu'une CoP est un ensemble de personnes regroupées autour d'une entreprise commune – considérée comme objet et comme processus – négociée entre elles et relative à leur pratique. Si elle est restrictive par rapport à ce que présente Wenger, elle a le mérite d'être opérationnelle et fidèle à sa théorie, les principales caractéristiques en découlant assez naturellement, à commencer par l'existence d'un répertoire partagé. Selon Wenger, le sens de la pratique des membres d'une CoP, on pourrait aussi dire la pratique, se négocie au sein de deux processus : le *processus de participation* qui regroupe les diverses façons d'être engagé dans une pratique, et le *processus de réification* qui conduit à « chosifier », à mettre en forme notre expérience. Le terme *réification* est aussi utilisé pour désigner le produit du processus éponyme. Un certain « équilibre » peut être recherché entre ces deux processus. Malgré le degré de généralité des concepts, cette métaphore nous a paru relativement opérationnelle. Le concept d'*objet frontière* vient compléter ce schéma théorique en soulignant le fait qu'un *courtier* peut introduire des réifications provenant d'autres communautés. L'ensemble de ces concepts nous semble particulièrement utile pour appréhender ou prévenir les « décalages » de points de vue entre communautés d'enseignants et communauté de chercheurs ou pour « apprêter » des objets passant d'une communauté à l'autre afin de favoriser l'activité de la communauté « réceptrice ». Nous avons aussi présenté le concept d'*identité*, le concept de *trajectoire*, sur lequel nous reviendrons, et les trois *modes d'appartenance* à une CoP, distincts mais non exclusifs, qui sont utiles pour décrire la façon dont on peut appartenir à une communauté : *l'engagement*, *l'imagination* et *l'alignement*.

Avec l'étude de la théorie de Wenger, nous avons aussi cherché à préciser ses possibilités d'usage en didactique des mathématiques. L'analyse de la littérature consultée a montré une grande diversité des usages et mis en évidence que les concepts de Wenger trouvaient aussi leur place hors du strict cadre des CoP, ce qui constitue un résultat intéressant pour les chercheurs en didactique des mathématiques. Souhaitant essentiellement faire un usage de la dualité participation/réification et des objets frontières, nous avons constaté que notre étude trouvait pleinement sa place dans les recherches actuelles.

Nos choix théoriques nous ont aussi amené à étudier la compatibilité de la théorie de Wenger avec le cadre de la double approche (Robert et Rogalski 2002). Ces deux cadres reconnaissent l'importance de la résolution de problèmes, les différences se situant davantage dans la façon de concevoir les rapports entre processus individuels et collectifs, et ont chacun une conception de la pratique compatible avec l'autre qui dépasse largement le strict cadre de la classe. Quant aux concepts issus de l'ergonomie des EIAH, ils se sont révélés assez naturellement compatibles avec les différentes théories.

7.2.2 Émergence, coordination et analyse d'une CoP

À la suite des analyses précédentes, notre travail a consisté à concevoir une expérimentation basée sur l'émergence et l'activité d'une CoP intentionnelle et sur la réduction de la distance entre pratiques anciennes et nouvelles, à en analyser les dynamiques de fonctionnement, leurs effets sur les pratiques, pendant et après l'expérimentation. Face au degré de généralité de la théorie de Wenger, il a fallu opérationnaliser certains concepts, autant pour la conception de l'expérimentation que pour son analyse.

La consultation des ouvrages de Wenger, notamment de (Wenger et al. 2002), davantage consacré aux CoP intentionnelles[4], nous ont notamment permis de prendre connaissance de ce que nous avons appelé la *métaphore du jardin* de Wenger, consistant, d'une certaine manière, à considérer le dispositif à mettre en place comme un *environnement dynamique ouvert* (Rogalski 2003). Il s'agissait alors de concevoir un design facilitateur de dynamiques, démarche qui nous a amené à construire un outil synthétique de réflexion pour l'émergence et la coordination d'une CoP[5]. Avec les concepts issus de l'ergonomie, cet outil a été utilisé à de nombreuses reprises pour concevoir le design initial du dispositif expérimental, enclencher des dynamiques de fonctionnement et les analyser. Nous ne pouvons revenir que de façon synthétique sur les éléments les plus emblématiques de notre expérimentation. Par exemple, les comptes-rendus de séance sont un *objet frontière* introduit au moment du stade d'incubation de la CoP pour partager des expériences et favoriser l'activité de la

[4](Wenger 2005 ; Wenger 1998) étant davantage consacrés aux CoP spontanées.

[5]Cf. tableau 3.1 page 53.

CoP. Il constitue une illustration d'un jeu possible sur la dialectique *participation/réification*. Avec le fait que les éléments qui les composent sont à négocier, c'est aussi une illustration de l'intérêt des dimensions *idenfication/négociabilité* et *conçu/émergent*. En effet, on peut s'attendre à ce que les enseignants acceptent, a priori, cette modalité de travail, au départ peu formalisée, car elle semble assez naturelle, et à ce que les échanges à son sujet, d'une part, contribuent à former la cohésion du groupe et, d'autre part, permettent de fixer quelques points d'attention de la communauté sur son entreprise commune. Par ailleurs, c'est un moyen supplémentaire d'analyser, à la fois, les éléments qui intéressent les enseignants à propos des activités RPP, puisqu'ils choisiront la trame des comptes-rendus, et leur pratique, au travers des comptes-rendus rédigés. Le site Web contenant les ressources et les ressources elles-mêmes constituent aussi des exemples les plus faciles à évoquer. Un contenu initial a été proposé suite à une analyse a priori de nature didactique qui a permis de s'assurer de son intérêt pour l'enseignement des mathématiques. Couplée à un regard ergonomique, cette analyse a aussi permis d'assurer une variété dans les ressources propre à les rendre utilisables et acceptables par les enseignants. En particulier, nous avons choisi des activités RPP déjà expérimentées dans les classes, ce qui tendait à assurer leur légitimité. De plus, inspiré par l'outil de réflexion pour l'émergence et la coordination d'une CoP, notamment les dimensions *participation/réification*, *idenfication/négociabilité*, *conçu/émergent* et *espaces publics/privés*, le site contenait des manques volontaires, notamment de scénarios, susceptibles de déclencher des dynamiques au sein de la CoP. Les ressources proposées étaient donc des *objets frontières* propres à favoriser la *participation* des enseignants et à devenir, du fait des échanges à leur sujet, des *réifications* spécifiques de la CoP. Enfin, même si les enseignants pouvaient se sentir obligés de respecter les propositions faites puis négociées, il y a avait beaucoup de liberté dans le design de l'expérimentation : la durée et le nombre des séances pour un problème donné, le scénario, la rédaction et la diffusion des comptes-rendus. Ceci constituait, d'une part, une prise en compte de la dimension *Degré de participation* et, d'autre part, un ensemble de moyens pour réduire les distances entre pratiques existantes et nouvelles pratiques pour favoriser la pratique des activités RPP. Les échanges lors des réunions, les *Commentaires* ajoutés à chaque problème sur le site au cours de l'expérimentation, notamment les *Éléments de recherche et de débats possibles*, offriront des options supplémentaires propres, elles aussi, à réduire cette distance et à affaiblir certaines contraintes liées aux composantes personnelle, sociale et institutionnelle des pratiques des enseignants.

Après avoir présenté rapidement les cadres théoriques utilisés, leur intérêt, leur compatibilité et leur complémentarité puis les éléments méthodologiques concernant la conception de notre expérimentation, nous allons maintenant revenir sur les résultats que celle-ci a permis d'obtenir.

7.3 Retour sur la pratique, les ressources, les formations

L'expérimentation consistait, d'une part, à coordonner l'émergence et l'activité d'une CoP d'enseignants aux premiers stades de son évolution, essentiellement celui de l'incubation et celui de la fusion. D'autre part, elle consistait à favoriser la pratique d'activités RPP dans les classes. Nous commençons par présenter les résultats obtenus concernant cette pratique.

7.3.1 Une pratique complexe, des évolutions

Nous avons étudié les pratiques observées d'activités RPP en recherchant les dynamiques à l'oeuvre, approche qui nous semble bien rendre compte de leur complexité. Dans cette section, nous allons présenter des résultats concernant ces pratiques, leurs invariants et leurs évolutions qui proviennent de l'analyse de l'expérimentation, des observations réalisées mais aussi des réunions et des comptes-rendus rédigés par les enseignants.

Les principales difficultés rencontrées et reconnues par les enseignants eux-mêmes ne sont pas nouvelles : incertitudes sur le déroulement des séances, manque d'attention et d'implication des élèves durant les mises en commun, gestion difficile de certaines propositions d'élèves[6]. Tout d'abord, les enseignants proposent facilement des problèmes congruents avec les ressources proposées et relativement abstraits. Comme dans beaucoup de pratiques enseignantes, les premières phases sont ouvertes puis, environ à mi-chemin, l'enseignant dirige davantage le travail des élèves. La contrainte « temps », fréquemment évoquée comme un élément important de la composante sociale et institutionnelle de la pratique des enseignants[7], ne l'explique qu'en partie. Les premières difficultés apparaissent avec la présentation et la dévolution du problème. Fréquemment, certaines finesses de l'énoncé ne sont pas abordées précocement dans la séance, ce qui fait que des incompréhensions perturbent les phases de recherche, les phases d'exploitation des productions et parfois les phases de conclusion. La définition incomplète du problème est aussi susceptible de modifier fortement les potentiels de l'activité. De plus, la dévolution des problèmes se fait généralement sous deux autres contraintes : l'objectif que les élèves aboutissent à la résolution du problème et le choix d'une présentation essentiellement basée sur un énoncé écrit. Avec l'ensemble des contraintes, pour une durée de séance donnée, le temps restant à consacrer au problème s'en trouve réduit lui aussi, ce qui explique en partie la substitution d'une cohérence de pratique « ouverte » par une cohérence de pratique « fermée » au cours des séances. Cependant, on retrouve aussi ce phénomène lorsque la résolution du problème s'étend sur plus d'une séance. La complexité des activités RPP apparaît donc être un facteur tout aussi, voire plus, important que la contrainte « temps » à prendre en compte pour expliquer les difficultés rencontrées par les enseignants. Cette complexité s'exprime encore dans d'autres dynamiques peu pertinentes liées à l'identification et au pilotage des situations dont les plus emblématiques concernent par exemple :

– les validations des enseignants pendant la recherche autonome des élèves ;
– la place et la teneur des consignes susceptibles de favoriser les débats et les preuves ;
– la question de déterminer et d'utiliser « une meilleure méthode » ;
– l'évaluation des méthodes de tâtonnements par essai/erreur par les enseignants ;
– l'exploitation des productions dans l'ordre croissant de leur pertinence.

Quand ils peuvent exister, les débats observés sont alors de trois natures : des débats mathématiques essentiellement centrés sur le problème, des mises en commun très dirigées par l'enseignant après un temps de latence plus ou moins long ou encore des débats mathématiques multidirectionnels. Dans ce dernier type, l'enseignant favorise bien des échanges mathématiques mais ces derniers ne concernent pas uniquement le problème. Les digressions n'étant pas suffisamment

[6] À cet égard, nous ne pouvons pas conclure, comme dans (Douaire et al. 2003) à propos des maîtres débutants, que les enseignants se sentent à l'aise dans la gestion des mises en commun, ne craignent pas d'être débordés par les propositions des élèves, etc. Par contre, nous suivons les auteurs quand ils affirment que les mêmes enseignants sous-estiment probablement l'importance de la dévolution des débats aux élèves.

[7] Cf. par exemple (Aldon 2008 ; Robert et Rogalski 2002).

cadrées, la résolution du problème n'avance pas, ce qui peut laisser un sentiment d'insatisfaction à tous les acteurs.

Nous avons aussi identifié des dynamiques problématiques liées aux matériels ou aux représentations choisis par les enseignants dont certains ne favorisent pas le travail des élèves, individuel ou en groupes, les découvertes par manipulation de matériel, notamment dans les problèmes de combinatoire, ou le choix et l'appropriation des représentations par les élèves. Il faut ici souligner que nos analyses a priori n'avaient pas toujours prévu ces dynamiques et constater que nous avons manqué d'outils théoriques pour le faire.

Concernant la globalité du déroulement, les observations et les analyses montrent, de plus, que la gestion d'activités RPP dépasse, voire doit souvent dépasser, le simple modèle « présentation, recherche, mise en commun, conclusion » décrit et promu dans (Arsac et Mante 2007). Celui-ci ne semble donc pas pertinent pour rendre compte de la complexité des séances observées ou pour communiquer aux enseignants des modèles susceptibles de favoriser des séances « réussies ». On pourrait proposer le modèle suivant, plus en phase avec ce qu'il est possible d'observer ou de mettre en oeuvre : « courte présentation ; courte recherche individuelle ; mise en commun centrée sur la compréhension du problème à chercher ; recherche individuelle plus longue ; mise en commun visant à mettre en évidence des solutions ou des embryons de solutions différentes ou d'un temps trop long pour aboutir ; recherche en groupes ; arrêt des recherches et préparation d'une présentation, que la recherche soit terminée ou non ; mise en commun de productions sélectionnées ; conclusion, éventuellement orientée vers une nouvelle séance ».

Malgré la complexité des activités RPP, nous avons observé des évolutions dans les pratiques, notamment dans celle de l'enseignante que nous avons analysée plus en détail : M^{me} $\mathcal{S}$. Ceci nous a amené à conclure que l'activité de la CoP avait eu sur elle un effet bénéfique puisque cette enseignante cherchait à mieux exploiter les activités proposées. Nous avons aussi mis en évidence combien les évolutions de pratique des activités RPP semblent complexes et difficiles, nonobstant la volonté des enseignants. Enfin, nous avons noté la présence d'effets de bord chez les enseignants qui déclarent des changements de leur pratique en dehors des activités RPP, voire des mathématiques, ce qui concorde avec les constats faits dans (ibid.). Des études centrées sur ces aspects pourraient contribuer à renforcer la légitimité des activités RPP auprès des enseignants et au niveau institutionnel, ce qui semble nécessaire à la lecture des programmes de l'école primaire parus en 2008.

Cependant, il faut aussi rappeler que nos conclusions sont limitées par le fait que nous n'avons, ni recueilli, ni analysé les données de toutes les séances menées par les enseignants avec le même niveau de détail. De plus, les processus d'influence de l'activité de la CoP sont complexes et notre méthodologie a seulement permis de montrer la forte probabilité de l'existence de certains d'entre eux. On a vu que la simple mise à disposition des problèmes était appréciée, mais qu'elle ne bouleversait pas d'emblée les pratiques. Le fait que les enseignants ne soient pas seuls à expérimenter les mêmes problèmes peut être incitatif, même de manière asynchrone, et des techniques peuvent être partagées au sein des réunions et être intégrées dans les différentes pratiques. Nous espérions des dynamiques plus franches, ce qui aurait facilité leur repérage, mais cela n'a pas été le cas. Nous sommes tentés de l'expliquer par plusieurs facteurs. Tout d'abord, la complexité et la difficulté des évolutions impliqueraient des changements relativement lents et peu apparents. Ensuite, le manque d'effets sur l'activité des élèves ne permet pas toujours à l'enseignant de se rendre compte que sa pratique s'enrichit de manière pertinente. Il ne peut donc en faire part lors des réunions et des entretiens, ce qui ne facilite donc pas le repérage de ces dynamiques. La méthodologie pourrait être affinée notamment en ce qui concerne les entretiens. Ils pourraient être plus fréquents et concerner plus directement les différentes séances observées. Enfin, nous évoquerons aussi plus bas les effets liés à notre rôle de courtier.

Après les avoir listées, il faut aussi souligner que, si les dynamiques emblématiques et peu souhaitables que nous avons mises en évidence sont particulièrement développées dans les classes des enseignants qui débutent dans la pratique des activités RPP, elles sont affaiblies dans la classe de l'enseignant le plus expérimenté : M. $\mathcal{H}$. Dans la classe, les « bonnes » dynamiques doivent donc s'installer dans la durée pour que l'action de l'enseignant soit moins contrainte, ce qui tend à valider l'hypothèse d'une inscription dans la durée des dispositifs visant à des évolutions des pratiques enseignantes. Par ailleurs, l'exploitation plus approfondie des données concernant l'ensemble des enseignants, notamment celles de M. $\mathcal{H}$, est susceptible de donner de nouveaux résultats. Plus largement, des appuis théoriques complémentaires, sinon de nouvelles recherches, devraient permettre de mieux appréhender le rôle de l'enseignant qui, dans les activités RPP, est non seulement un organisateur mais aussi un médiateur.

Au-delà des activités RPP, on peut imaginer que des résultats similaires seraient obtenus pour des activités ONT, ce qui ouvre donc des perspectives de recherche visant à préciser la proximité de ces activités du point de vue des pratiques. Par ailleurs, d'autres recherches pourraient être conduites du point de vue de l'activité des élèves et de leurs apprentissages. Il s'agirait d'en savoir plus sur les dynamiques touchant les élèves et sur leur portée. À cet égard, l'idée de problème de référence (Arsac et al. 1991) mériterait sans doute d'être exploitée.

7.3.2 Les ressources

Dans l'expérimentation, les ressources étaient un moyen d'affaiblir les contraintes pesant sur les pratiques et de réduire la distance entre les pratiques existantes et les nouvelles pratiques.

Les discours des enseignants contribuent à valider nos hypothèses concernant l'ergonomie nécessaire des ressources destinées aux enseignants pour affaiblir les contraintes pesant sur leur pratique, notamment les hypothèses concernant la mise en ligne de ressources, leur adaptabilité, leur prise en compte de l'expertise de l'usager et, au moins dans un premier temps, la quantité d'information proposée. Deux approches s'offraient à nous : fournir des ressources relativement « complètes », quitte à prendre des risques sur leur acceptabilité, ou « incomplètes » pour favoriser la participation, quitte à prendre un risque sur leur utilité, alternatives que nous résumons dans l'expression *paradoxe d'incomplétude des ressources*. Contrairement à ce que nous attendions, les manques volontaires, notamment concernant les scénarios, n'ont pas permis de développer rapidement des échanges entre enseignants, car ces derniers ne voyaient pas toujours la nécessité de les combler, voire refusaient l'idée de scénarios, du moins a priori. Dans le cadre de la théorie des CoP, ceci était cohérent puisque la documentation est travaillée essentiellement au stade de consolidation, alors que la CoP en était plutôt à celui de la fusion, voire de la maturation. Cependant, avec l'accord des enseignants, face aux échanges relativement réduits entre enseignants, à la persistance d'un certain nombre de problèmes observés dans les pratiques qui risquaient de remettre en cause l'utilité des ressources, nous avons tout de même proposé des ajouts qui ont été bien accueillis et qui ont produit des effets positifs. Le caractère non contraignant des ressources, essentiellement étayé par l'hypothèse de leur adaptabilité, a été unanimement apprécié, même si des enseignants disent aussi que cela génère une certaine insécurité. Ceci contribue encore à valider nos hypothèses sur un travail nécessaire de l'ergonomie des ressources, au moins pour favoriser l'acceptabilité des ressources, si ce n'est leur utilité. Face à la complexité des activités RPP et de l'évolution des pratiques, une piste de travail consiste à proposer des situations robustes. Une autre piste, inspirée par notre étude, qui cherche plutôt à affaiblir les contraintes pesant sur les pratiques enseignantes et à réduire la distance entre pratiques anciennes et nouvelles, consiste, pour un problème donné, à proposer plusieurs énoncés, plusieurs dynamiques envisageables et plusieurs institutionnalisations possibles sans pour autant proposer des scénarios complets. À cet égard, une étude ergonomique empirique ciblée sur les ressources que nous avons proposées pourrait contribuer à mieux mettre en évidence les points à améliorer car d'autres modifications sont sans doute supportables sans aboutir à leur rejet.

Pour revenir à l'hypothèse selon laquelle les solutions et les preuves devaient être fournies aux enseignants, il faut souligner une évolution de la pratique de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, qui, malgré la présence de ces informations sur le site Web, aboutit à la conclusion qu'il est préférable de chercher le problème pour mieux anticiper le déroulement de la séance. Ainsi, le fait de fournir ces éléments, non seulement permet de mieux rassurer les enseignants, mais ne les empêche pas de s'appuyer aussi sur l'heuristique d'une recherche. Il serait utile de mener des recherches plus approfondies autour de ce résultat pour mieux le valider.

7.3.3 Communauté de pratique émergente et formations « traditionnelles »

Une CoP a-t-elle émergé ? La réponse est positive si l'on considère que des enseignants se sont regroupés autour d'une entreprise commune concernant leur pratique professionnelle et que cette entreprise et les moyens d'y travailler ont été négociés au sein de la CoP, dès le début de l'expérimentation et régulièrement par la suite. Étant donné l'implication des enseignants alors que de fortes contraintes pesaient sur eux, nous en concluons, avec l'aide des déclarations des enseignants, que le design de l'expérimentation était pertinent pour favoriser l'émergence d'une CoP. Concernant le travail collaboratif, nous avons constaté que des « pionniers » pouvaient influencer des « novices » au cours des réunions, mais nous avons aussi constaté des absences d'influence. Par exemple, contrairement à nos attentes, on trouve peu de références aux anciens comptes-rendus ou aux réunions des années précédentes, les novices ne souhaitant pas les consulter et semblant compter davantage sur les réunions ou les nouveaux comptes-rendus pour s'informer. Dans l'expérimentation menée, les enseignants n'avaient pas, ou peu, de pratique d'un travail collaboratif avec des collègues pour préparer des séances. Les analyses ont montré qu'une forme de travail collaboratif *a minima* s'était mise en place et que cela a suffit pour que des enseignants tirent profit du dispositif, pour que des moments de recherche puissent vivre dans leur classe. Les analyses du déroulement de l'expérimentation, des réunions, des questionnaires et des entretiens menés avec les enseignants montrent qu'il faut mettre la réussite de l'émergence de la CoP au crédit du design de l'expérimentation, ce qui tend à montrer l'intérêt de l'approche « CoP » aidée des concepts issus de l'ergonomie que nous avons résumée plus haut.

Dans la perspective de Wenger, le coordonnateur est un accompagnateur et un facilitateur, de l'activité de la CoP. S'il peut avoir une certaine expertise, il ne dirige pas la CoP. Nous avons analysé notre rôle essentiellement lors du stade d'incubation et lors des réunions. Dans ces dernières, il s'agissait de rappeler le cadre initial de travail de la CoP et les éléments les plus directement négociables. Il s'agissait aussi de proposer des synthèses, des échanges, de soutenir ces échanges et les explicitations de pratique et de pointer certaines différences et de mettre le *focus sur la valeur de la CoP*. Aux stades étudiés, le rôle du coordonnateur est donc particulièrement crucial, en témoigne aussi le fait que la CoP n'a pas perduré au-delà de l'expérimentation. On pouvait s'y attendre étant donné son stade de développement et le rôle important de la coordination dans l'organisation, l'animation et la structuration de son activité. Cependant, la présence de deux trajectoires périphériques et d'une autre qui s'orientait vers l'extérieur durant l'année II, nous a permis de pointer que l'on pourrait optimiser l'activité d'une telle CoP en jouant sur le nombre d'enseignants et sur le rôle de courtier du coordinateur, celui-ci ayant été sous-exploité. À cet égard, en reprenant la métaphore de l'équilibre participation/réification, on peut dire qu'avec des objets frontières et des réifications plus nombreux, en particulier des outils d'analyse didactique, la participation de certains enseignants aurait pu être davantage supportée. Enfin, dans cette CoP, rappelons que nous avions aussi les fonctions d'observateur et de chercheur. L'analyse ne s'est pas attaché à étudier de manière détaillée l'influence de ce rôle sur l'activité de la CoP, mais il est clair que les observations ont, de plus, favorisé les séances uniques, surtout l'année I, et rythmé la majorité des mises en oeuvre. À ces moments, les rencontres informelles ont aussi été un moyen de créer de la confiance au sein de la CoP par l'intermédiaire des *espaces privés*. Il reste à établir que l'on puisse obtenir un fonctionnement similaire ou plus riche sans observer autant de séances que nous l'avons fait.

Constatant qu'une CoP avait bien émergé, il s'agissait de savoir si ce dispositif avait été efficace. Dans les écrits de Wenger, la mesure de cette efficacité n'est pas très développée du point de vue méthodologique. Après s'être interrogé sur la pertinence du concept de *trajectoire* par rapport au stade de développement de la CoP, nous l'avons opérationnalisée en nous basant sur les analyses effectuées. Il a permis de prendre en considération les deux axes de notre recherche, pratique des activités RPP et implication dans l'activité de la CoP, et de rendre compte de manière synthétique du fait que les enseignants avaient tiré des profits variés au cours de l'expérimentation[8].

Concluons maintenant cette section par des perspectives de recherche ou de formation, au sein ou hors du cadre des communautés de pratique. Tout d'abord, il serait intéressant d'étudier les éventuels effets de l'activité de la CoP au-delà de ses frontières, ce que les *modes d'appartenance* permettent d'appréhender. Pour ce faire, l'utilisation d'un questionnaire au sein des écoles des membres serait, par exemple, un premier moyen d'investigation. Par ailleurs, notre travail a permis d'obtenir des résultats sur les pratiques de classe mais il n'a pas montré que les moyens utilisés étaient meilleurs que d'autres plus traditionnels. Il pourrait être intéressant d'étudier spécifiquement l'intérêt des stratégies de formation par homologie (Houdement et Kuzniak 1996) dans le domaine des activités RPP. À l'inverse de (Sauter et al. 2008), nous n'avons pas utilisé ce type de moyen de formation dont il faudrait mieux cerner la pertinence. Concernant l'intérêt des concepts de la théorie des Wenger et de ceux de l'ergonomie des EIAH, nous avons rappelé plusieurs aspects de notre travail qui ont montré l'intérêt et la compatibilité des cadres théoriques utilisés, tant sur le plan théorique que sur le plan méthodologique. Plus largement, ils restent donc intéressants à mobiliser, sans se situer exclusivement dans le cadre des CoP, comme le montrent déjà les nombreux travaux consultés dans notre étude de la littérature. Les outils, tels la dualité participation/réification, les objets frontières, le courtage, les modes d'appartenance, les trajectoires et notre outil de réflexion pour l'émergence et la coordination d'une CoP, semblent pertinents à mobiliser pour optimiser l'écologie et les dynamiques de formations plus « traditionnelles ». Afin d'enrichir nos connaissances sur les usages de cette théorie, notamment sur les façons de l'opérationnaliser, il serait probablement

[8] On trouvera une représentation des trajectoires identifiées à la figure 6.3 page 273.

intéressant d'étudier la littérature de façon plus systématique, ne serait-ce que dans le champ de la formation professionnelle des enseignants. À cet égard, Wenger souligne que les CoP coïncident rarement avec une organisation institutionnelle, mais il évoque par contre la faisabilité de l'inscription d'une CoP dans une institution. Nous avons évacué cette contrainte dans l'expérimentation. Des recherches restent donc à mener dans cette perspective, d'autant que le « coût d'une CoP »[9] pourrait se voir diminué lorsque l'institution soutient et valorise le travail des enseignants, ce que confirmerait (Butlen et al. 2006, p. 47).

Enfin, en arrière plan de notre travail, on peut formuler une ultime hypothèse. Dans la perspective d'une formation tout au long de la vie évoquée dans (Graven 2004 ; Graven et Lerman 2003) et dans un cadre de réduction budgétaire, il est légitime de s'interroger sur les moyens utilisés pour favoriser des évolutions de pratique chez les enseignants. Puisque les recherches montrent une stabilisation précoce des pratiques, la formation des enseignants expérimentés serait potentiellement un bon moyen de former les nouveaux enseignants tout en favorisant des évolutions de pratiques pertinentes. L'approche CoP paraît être une perspective intéressante. Parmi les autres recherches concernant les formations de type « collaborative », il serait aussi utile d'étudier plus finement les travaux de Liping Ma (Ma 1999) et ceux concernant les *Lesson Study* ou ECL[10] (Miyakawa et Winsløw 2009). En effet, Ma a mené une recherche auprès d'enseignants américains et chinois qui montre que ces derniers ont des conceptualisations très évoluées des notions et des techniques à enseigner, que des débats sont fréquents entre eux sur les différentes manières de présenter une notion donnée, mais aussi sur les différentes manières d'aborder et de résoudre un problème de mathématique donné, et que l'accueil des novices fait l'objet d'une attention particulière. Quant à elles, les ECL consistent pour des enseignants à travailler à la conception itérative (Delozanne 2006, p. 235) d'une leçon donnée. Régulièrement, ils préparent une séance, la mettent en oeuvre, l'observent, l'analysent et entament un nouveau cycle, enrichissant à chaque étape leur préparation et leur conception de la séance. À la lumière de ces travaux, la pratique du travail collaboratif par les enseignants de notre expérimentation pour préparer des séances, et plus largement des enseignants français, apparaît donc comparativement peu importante. Même si notre travail offre quelques éléments de réponse, la question reste posée de trouver des moyens efficaces pour enclencher des dynamiques similaires dans les pratiques des enseignants français.

[9]Pris au sens le plus large.
[10]ECL = Étude Collective de Leçon.

Bibliographie

Aldon, G. (2008). Analyse du rôle d'une ressource numérique dans la mise en place de problèmes de recherche dans la classe de mathématiques. Mém.de maîtr. Université Claude Bernard Lyon 1.

Andler, M. (2009). Les activités périscolaires mathématiques. *Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public* 482, p. 39–52.

Arsac, G. (1988). Les recherches actuelles sur l'apprentissage de la démonstration et les phénomènes de validation en France. *Recherches en didactique des mathématiques* 9.3, p. 247–280.

Arsac, G. (1994). Vérité des axiomes et des théorèmes en géométrie. Vérification et démonstration. *Petit x* 37, p. 5–33.

Arsac, G. et Mante, M. (1988–1989). Le rôle du professeur. Aspects pratique et théoriques, reproductibilité. *Séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique* 101, p. 79–105.

Arsac, G. et Mante, M. (1997). Situations d'initiation au raisonnement déductif. *Educational Studies in Mathematics* 33, p. 21–43.

Arsac, G. et Mante, M. (2007). *Les pratiques du problème ouvert*. CRDP de l'académie de Lyon, France.

Arsac, G. et al. (1991). *Problème ouvert et situation problème*. Première édition 1988. IREM de Lyon.

Artigue, M. et Houdement, C. (2007). Problem solving in France: didactic and curricular perspectives. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education* 39.5-6, p. 365–382.

Assude, T. et Gélis, J.-M. (2002). Dialectique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. *Educational Studies in Mathematics* 50.3, p. 259–287.

Au, K. H. (2002). Communities of Practice. Engagement, Imagination, and Alignment in Research on Teacher Education. *Journal of Teacher Education* 53.3, p. 222–227.

Audin, P. et Duchet, P. (1991). La recherche mathématique à l'école : « MATh.en.JEANS ». *Séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique* 121, p. 77–101.

Balacheff, N. (1987). Processus de preuve et situations de validation. *Educational Studies in Mathematics* 18.2, p. 147–176.

Bastien, J. M. C. et al. (1998). L'ergonomie des sites Web. Éd. par J.-C. Le Moal et B. Hidoine. Chapitre rédigé dans le cadre du projet européen « Commerce & Interactions » (EP 22287). INRIA. URL: http://www.adbs.fr/site/publications/ouvrages/9.php (visité le 08/08/2007).

Bednarz, N. et Mary, C., éds. (2006). L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés. Actes du colloque Espace Mathématique Francophone 2006. cédérom. Sherbrooke : Éditions du CRP. URL: http://emf2006.educ.usherbrooke.ca/emf_theme_01_comm.htm.

Blanchard-Laville, C. et Nadot, S. (2000). *Malaise dans la formation des enseignants*. L'Hamattan.

Bloch, I. et al., éds. (à paraître). Actes de la 14e école d'été de didactique des mathématiques. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Boaler, J. (1999). Participation, knowledge and beliefs: a community perspective on mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics* 40.3, p. 259–281.

Boero, P. (1999). *Argumentation et démonstration: Une relation complexe, productive et inévitable en mathématique et dans l'enseignement des mathématiques*. Lettre de la preuve juillet/août. URL: http://www.lettredelapreuve.it/Newsletter/990708Theme/990708ThemeFR.html.

Bronner, A. et al. (2005). *Analyse de l'activité des formateurs et des stagiaires d'un dispositif d'e-accompagnement en formation plc2 mathématiques*. URL: http://sif2005.mshparisnord.org/pdf/Bronner.pdf (visité le 05/08/2007).

Brousseau, G. (1998). *Théories des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Burton, L. et Morgan, C. (2000). Mathematicians Writing. *Journal for Research in Mathematics Education* 31.4, p. 429–453.

Butlen, D. et al. (2002). Nommés en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : contradiction et cohérence. *Revue Française de Pédagogie* 140, p. 41–52.

Butlen, D. et al. (2006). Comment former à l'enseignement des mathématiques en ZEP ? L'accompagnement des nouveaux titulaires. *Cahiers Pédagogiques* 445. URL: http://www.cahiers-pedagogiques.com/article.php3?id_article=2496.

Carroll, D. (2005). Learning through unteractive talk: a school-based mentor teacher stydu group as a context for professional sharing. *Teaching and Teacher Education* 21.5, p. 457–473.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Coppé, S. et Houdement, C. (2002). Réflexions sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire. *Grand N* 69, p. 53–62.

Crespo, S. (2006). Elementary teacher talk in mathematics study group. *Educational Studies in Mathematics* 63.1, p. 29–56.

Daele, A. et Charlier, B., éds. (2002). *Étude : les communautés délocalisées d'enseignants*. France : Maison des sciences de l'homme de Paris. Rapport : http://www.msh-paris.fr. URL: http://archive-edutice.ccsd.cnrs.fr/edutice-00000388.

Delozanne, E. (2006). Interfaces en EIAH. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Éd. par M. Grandbastien et J.-M. Labat. Paris : Hermès Lavoisier. Chap. Interfaces en EIAH, p. 223–248.

Desgagné, S. et al. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation : un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation* 27.1, p. 33–64.

Dias, T. et Durand-Guerrier, V. (2005). Expérimenter pour apprendre en mathématiques. *Repères IREM* 60, p. 61–78.

Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques* 7.2, p. 5–31.

Douaire, J. et Hubert, C. (1999). *Vrai ? Faux ?... On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3*. Paris : ERMEL INRP.

Douaire, J. et al. (2003). Faire des maths en classe ? Didactique et analyse de pratiques enseignantes. INRP ADIREM. Chap. Gestion des mises en commun par les maîtres débutants, p. 53–69.

Dubois, C. et al. (2008). *Quels échanges pour quels usages de MathEnPoche?* consulté le 1 juillet 2009. URL: http://educmath.inrp.fr/Educmath/lectures/dossier_mutualisation/resolveUid/5120836d1bd60e4e305ea54a467bf7f7.

Duchet, P. (1997). De la recherche à la formation : MATh.en.JEANS. *Actes Université d'été "Recherche et Formation", (Dijon, juillet 1996)*. IREM de Bourgogne, p. 129–160. URL: http://mapage.noos.fr/duchet/duchet_travaux__fichiers/pub_dida/rechform.pdf.

Duchet, P. et Audin, P. (2009). MATh.en.JEANS : définitions, contre-exemples, propriétés, démonstrations,... *Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public* 482, p. 347–358.

Duchet, P. et Mainguené, J. (2003). Les "apprentis-chercheurs" de MATH.EN.JEANS. *Actes Journées COPIRELEM, La Roche sur Yon, 17-19 Mai 2002*. consulté le 20 avril 2007. IREM des Pays de la Loire, p. 167–178. URL: http://mathenjeans.free.fr/amej/mej_quoi/publi_sur_mej/03apprentichercheurs.pdf.

ERMEL (1991). *Apprentissages numériques, CP*. Hâtier.

ERMEL (1999). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CE2*. Hatier.

ERMEL (1999). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CM2*. Hatier.

EXPRIME. EXpérimenter des Problèmes de Recherche Innovants en Mathématiques à l'Ecole. Consulté le 1 juillet 2009. Une ressource est proposée à l'adresse http://educmath.inrp.fr/Educmath/ressources/exprime/exprime/?searchterm=EXPRIME. URL: http://educmath.inrp.fr/Educmath/partenariat/partenariat-inrp-07-08/exprime.

Eysseric, P. (2002). Les ateliers de recherche en mathématiques (expérimentation dans les classes et formation des professeurs des écoles). *Grand N* 70, p. 7–34.

Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Puf.

Farooq, U. et al. (2007). Sustaining a Community Computing Infrastructure for Online Teacher Professional Development: A Case Study of Designing Tapped In. *Computer Supported Cooperative Work*. Publié en ligne.

Folcher, V. (à paraître). Conception pour l'usage, conception dans l'usage : quelles ressources pour quelles activités ? *Actes de la 14e école d'été de didactique des mathématiques*. Éd. par I. Bloch et al. Grenoble : La Pensée Sauvage.

García, M. et al. (2006). The Dialectic Relationship Between Research and Practice in Mathematics Teacher Education. *Journal of Mathematics Teacher Education* 9.2, p. 109–128.

Gates, P. (2006). Going Beyond Belief Systems: Exploring a Model for the Social Influence on Mathematics Teacher Beliefs. *Educational Studies in Mathematics* 63.3, p. 347–369.

Georget, J.-P. (2003). Tentative d'initiation d'un travail collaboratif entre des enseignants de l'école primaire (CM1/CM2) autour de la pratique de problèmes de recherche. Mémoire de DEA. Université de Paris 7.

Georget, J.-P. (2006). Favoriser la pratique des activités de recherche dans les classes de cycle 3 de l'enseignement primaire : communauté de pratique, pratiques d'enseignants et échanges autour de ces pratiques. *L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés. Actes du colloque Espace Mathématique Francophone 2006*. Éd. par N. Bednarz et C. Mary. cédérom. Sherbrooke : Éditions du CRP. URL: http://emf2006.educ.usherbrooke.ca/emf_theme_01_comm.htm.

Georget, J.-P. (à paraître). Apport de l'ergonomie des EIAH pour l'analyse et la conception de ressources destinées aux enseignants de mathématiques. *Enseignement des mathématiques et* *développement : enjeux de société et de formation. Actes du colloque Espace Mathématique Francophone 2009*. Éd. par EMF 2009. URL: http://educmath.inrp.fr/Educmath/recherches/projets-de-recherche/emfgt6/.

Goos, M. E. et Bennison, A. (2008). Developing a communal identity as beginning teachers of mathematics: Emergence of an online community of practice. *Journal of Mathematics Teacher Education* 11.1, p. 41–60.

Graven, M. (2002*a*). Coping with New Mathematics Teacher Roles in a Contradictory Context of Curriculum Change. *The Mathematic Educator* 12.2, p. 21–27.

Graven, M. (2002*b*). Mathematics Teacher Learning, Communities of Practice and the Centrality of Confidence. Thèse de doctorat. University of the Witwatersrand, South Africa.

Graven, M. (2003). Teacher Learning as Changing Meaning, Practice, Community, Identity and Confidence: the Story of Ivan. *For the Learning of Mathematics* 23.2, p. 28–36.

Graven, M. (2004). Investigating Mathematics Teacher Learning Within an In-Service Community of Practice: The Centrality of Confidence. *Educational Studies in Mathematics* 57.2, p. 177–211.

Graven, M. (2005). Dilemmas in the design of in-service education and training for mathematics teachers. *Researching Mathematics Education in South Africa. Perspectives, practices and possibilities*. Éd. par R. Vithal et al. HSRC, p. 206–232. URL: http://www.hsrcpublishers.ac.za/index.asp?id=2034.

Graven, M. et Lerman, S. (2003). Book review of (Wenger 1998). *Journal of Mathematics Teacher Education* 6.2, p. 185–194.

Grenier, D. (à paraître). Changer le rapport aux élèves en intégrant l'activité de recherche dans les classes. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Éd. par L. Coulange et C. Hache. ARDM et IREM de Paris 7.

Grenier, D. et Payan, C. (1998). Spécificités de la preuve et de la modélisation en mathématiques discrètes. *Recherches en didactique des mathématiques* 18.1, p. 59–100.

Grenier, D. et Payan, C. (2002). Situation de recherche « en classe » : essai de caractérisation et proposition de modélisation. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Éd. par V. Durand-Guerrier et C. Tisseron. ARDM et IREM de Paris 7, p. 189–203.

Grihon, P. (2009*a*). Analyse comparée de deux sujets traités par des ateliers. *Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public* 482, p. 371–392.

Grihon, P. (2009*b*). Vingt ans d'aventure MATh.en.JEANS. *Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public* 482, p. 345–346.

Gueudet, G. et Trouche, L. (à paraître). Vers de nouveaux systèmes documentaires des professeurs de mathématiques ? *Actes de la 14e école d'été de didactique des mathématiques*. Éd. par I. Bloch et al. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Guin, D. et Trouche, L. (2008). Un assistant méthodologique pour étayer le travail documentaire des professeurs : le cédérom SFoDEM 2008. *Repères IREM* 72, p. 5–24.

Guin, D. et al. (2003). *Suivi de Formation à Distance pour les Enseignants de Mathématiques (SFODEM), bilan de la phase expérimentale (2000-2003)*. cédérom. Jan. 2003.

Hache, C. (2001). L'univers mathématique proposé par le professeur en classe. Observation, description, organisation. *Recherches en didactique des mathématiques* 21.1-2, p. 81–98.

Hache, C. et Robert, A. (1997). Un essai d'analyse de pratiques effectives en classe de seconde, ou comment un enseignant fait "fréquenter" les mathématiques à ses élèves pendant la classe. *Recherches en didactique des mathématiques* 17.3, p. 103–150.

Hersant, M. et Thomas, Y. (2008). *Quels savoirs mathématiques dans les problèmes pour chercher à l'école élémentaire ? Le cas de problèmes d'optimisation au cycle 3*. Communication personnelle. Résumé d'un atelier proposé au XXXV^{e} colloque de la COPIRELEM.

Houdement, C. (1998). Le choix des problèmes pour la « résolution de problèmes ». *Grand N* 63, p. 59–76.

Houdement, C. et Kuzniak, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques* 16.3, p. 289–322.

Huang, R. et Bao, J. (2006). Towards a model for teacher professional development in China: introducing Keli. *Journal of Mathematics Teacher Education* 9.3, p. 279–298.

IGEN (2006). L'enseignement des mathématiques au cycle 3 de l'école primaire. Rap. tech. Rapport 2006-034. Ministère de l'Éducation Nationale.

IREM Paris 7, éd. (2002). *Expériences de narration de recherche*. IREM Paris 7.

IREM de Grenoble (2003). *Spécial Grand N Points de départ*. IREM de Grenoble.

Jaffe, A. et Quinn, F. (1993). « Theoretical Mathematics »: Toward a Cultural Synthesis of Mathematics and Theoretical Physics. *Bulletin of the American Mathematical Society* 29.1, p. 1–13.

Jaworski, B. (2003). Research Practice Into/Influencing Mathematics Teaching and Learning Development: Towards a Theoretical Framework Based on Co-Learning Partnerships. *Educational Studies in Mathematics* 54.2-3, p. 249–282.

Jaworski, B. (2006). Theory and practice un mathematics teaching development: critical inquiry as a mode of learning in teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education* 9.2, p. 187–211.

La lettre de la preuve. International Newsletter on the Teaching and Learning of Mathematical Proof. ISSN 1292-8763. URL: http://www.lettredelapreuve.it/.

Lakatos, I. (1984). *Preuves et réfutations. Essai sur la logique de la découverte mathématique*. Trad. de l'anglais par N. Balacheff et J.-M. Laborde. Hermann.

Legrand, M. (1988). Rationalité et démonstration mathématiques, le rapport de la classe à une communauté scientifique. *Recherches en didactique des mathématiques* 9.3, p. 365–406.

Legrand, M. (1989). *Rationalité scientifique et rationnalité quotidienne face au problème de la preuve en mathématiques*.

Legrand, M. (1990). Enseigner autrement les mathématiques en DEUG A première année. Principes et réalisations. Commission inter-IREM Université. Chap. "Circuit" ou les règles du débat mathématique, p. 129–161.

Legrand, M. (1995). Mathématiques, mythe ou réalité, un point de vue éthique sur l'enseignement scientifique (partie 2). *Repères IREM* 21, p. 111–138.

Lenfant, A. (2002). De la position d'étudiant à la position d'enseignant : l'évolution du rapport à l'algèbre de professeurs stagiaires. Thèse de doctorat. Université de Paris 7.

Ma, L. (1999). *Knowing and Teaching Elementary Mathematics, Teacher's Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States*. Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Margolinas, C. (1992). Éléments pour l'analyse du rôle du maître : les phases de conclusion. *Recherches en didactique des mathématiques* 12.1, p. 113–158.

Margolinas, C. et Wozniak, F. (à paraître). Place des documents dans l'élaboration d'un enseignement de mathématiques à l'école primaire. *Actes de la 14e école d'été de didactique des mathématiques*. Éd. par I. Bloch et al. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Ministère de l'Éducation Nationale (2005). *Documents d'accompagnement des programmes, Mathématiques, école primaire*. 96 pages, consulté le 25 mars 2007. Centre National de Documentation Pédagogique.

Ministère de l'Éducation Nationale (2006*a*). *Décret n°2006-830 du 11 juillet 2006 relatif au socle commun de connaissances et de compétences et modifiant le code de l'éducation*. Legifrance. URL: http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=MENE0601554D.

Ministère de l'Éducation Nationale (2006*b*). *Les enseignants des écoles publiques et la formation*. Note d'information 06.17. Mai 2006. URL: http://media.education.gouv.fr/file/27/0/2270.pdf (visité le 12/07/2007).

Ministère de l'Éducation Nationale (2007). *Mise en oeuvre du socle commun de connaissances et de compétences. Programmes de l'enseignement primaire*. Bulletin officiel de l'Éducation Nationale HS numéro 5 du 12 avril 2007. URL: http://www.education.gouv.fr/bo/2007/hs5/default.htm.

Ministère de l'Éducation Nationale (2008). *Horaires et programmes de l'enseignement primaire*. Bulletin officiel de l'Éducation Nationale HS numéro 3 du 19 juin 2008. URL: ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2008/hs3/hs3.pdf.

Ministère de l'Éducation Nationale (2002*a*). *Qu'apprend-on à l'école élémentaire ? Les nouveaux programmes*. 287 pages. Centre National de Documentation Pédagogique – XO Éditions.

Ministère de l'Éducation Nationale (2002*b*). *Horaires et programmes de l'enseignement primaire*. Bulletin officiel de l'Éducation Nationale HS numéro 1 du 14 février 2002. URL: http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm.

Ministère de l'Éducation Nationale (2002*c*). *Documents d'application des programmes, Mathématiques, cycle des approfondissements*. 48 pages. Centre National de Documentation Pédagogique.

Miyakawa, T. et Winsløw, C. (2009). Un dispositif japonais pour le travail en équipe d'enseignants : étude collective d'une leçon. *Revue éducation et didactique* 3.1.

Nimier, J. (1989). *Entretiens avec des mathématiciens. L'heuristique mathématique*. IREM de Lyon, Villeurbanne. URL: http://perso.orange.fr/jacques.nimier/page736.htm.

Ouvrier-Buffet, C. (2006). *Des définitions pour quoi faire ?* Paris : Éditions Fabert.

Perrin-Glorian, M.-J. et al. (2008). Individual practicing mathematics teachers. Studies on their professional growth. *The International Handbook of Mathematics Teacher Education*. T. 3: *Participants in Mathematics Teacher Education: Individual, Teams, Communities and Networks*. Éd. par K. Krainer et T. Wood. Rotterdam : Sense Publishers, p. 35–59.

Robert, A. (1998). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques* 18.2, p. 139–190.

Robert, A. (1999). Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe. *Didaskalia* 15, p. 123–157.

Robert, A. (2001). Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant. *Recherches en didactique des mathématiques* 21.1.2, p. 57–80.

Robert, A. (2005*a*). Des recherches sur les pratiques aux formations d'enseignants de mathématiques du second degré : un point de vue didactique. *Annales de didactique et de sciences cognitives* 10, p. 209–249.

Robert, A. (2005*b*). Recherches en didactique des mathématiques et formations professionnelles des enseignants du second degré en mathématiques – l'exemple d'une formation de formateurs. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Éd. par C. Castela et C. Houdement. ARDM et IREM de Paris 7, p. 137–176.

Robert, A. et Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et de la technologie* 2.4, p. 505–528.

Roditi, E. (2001). L'enseignement de la multiplication des décimaux en sixième, Études de pratiques ordinaires. Thèse de doctorat. Université de Paris 7.

Roditi, E. (2005). In-service Teachers Development by Solving a Professional Problem. *The Fifteen ICMI Study. The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics. Contributed papers, demonstrations and worksessions*. Éd. par ICMI. Communication. The International Commision on Mathematical Instruction & Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filjo, Brasil. URL: http://stwww.weizmann.ac.il/G-math/ICMI/log_in.html.

Rogalski, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactique des mathématiques* 23.3, p. 343–388.

Salomon, Y. (2006). Deficit or difference? The role of students' epistemologies of mathematics in their interactions with proofs. *Educational Studies in Mathematics* 61.3, p. 373–393.

Sauter, M. et al. (2008). Une communauté d'enseignants pour une recherche collaborative de problèmes. *Repères IREM* 72, p. 25–45.

Sokhna, M. (2006). Formation continue des professeurs de mathématiques au Sénégal. Analyse de la transmutation d'un dispositif de formation. *L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés. Actes du colloque Espace Mathématique Francophone 2006*. Éd. par N. Bednarz et C. Mary. cédérom. Sherbrooke : Éditions du CRP. URL: http://emf2006.educ.usherbrooke.ca/emf_theme_01_comm.htm.

Soulier, E. (2004). Management des connaissances en entreprise. Éd. par I. De Boughzala et J.-L. Ermine. Hermès Lavoisier. Chap. Méthodes d'approche du KM. Les communautés de pratique pour la gestion des connaissances.

Thurston, W. P. (1994). On Proof and Progress in Mathematics. *Bulletin of the American Mathematical Society* 30.2, p. 161–177.

Tricot, A. et al. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Éd. par C. Desmoulins et al. ATIEF INRP, p. 391–402. URL: http://hal.ccsd.cnrs.fr/docs/00/00/16/74/PDF/n036-80.pdf (visité le 19/06/2007).

Trouche, L. (2005). Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. *Recherches en didactique des mathématiques* 25.1, p. 91–138.

Vergnes, D. (2001). Effets d'un stage de formation en géométrie sur les pratiques d'enseignants de l'école primaire. *Recherches en didactique des mathématiques* 21.1.2, p. 99–122.

Weiss, L. et al. (à paraître). Intégration des technologies de l'information et de la communication dans un cours pour formateurs. Une expérience. *Actes du colloque EMF 2009*. URL: http://educmath.inrp.fr/Educmath/recherches/projets-de-recherche/emfgt6/.

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice, Learning, Meaning and Identity*. Cambridge University Press.

Wenger, E. (2005). *La théorie des communautés de pratique, apprentissage, sens et identité*. Traduction de (Wenger 1998) par Fernand Gervais. Les presses de l'Université Laval.

Wenger, E. et Snyder, W. (2000). Des communautés de pratique, Le nouvel horizon organisationnel. *Les meilleurs articles de la Harvard Business Review sur le management du savoir en pratique*. Trad. de l'anglais par L. P. Cohen. Publié en 2003. Édition d'Organisation, p. 91–115.

Wenger, E. et al. (2002). *Cultivating communities of practice : a guide to managing knowledge*. Havard Business School Press.

Annexe A

Annexes

A.1 Chronologies des séances, observées ou non, par enseignant

Dans les tableaux qui suivent, nous récapitulons les problèmes mis en oeuvre, observée ou non, de chaque enseignant. Nous présentons ces mises en oeuvre par enseignant, puis par ordre chronologique et enfin regroupés par problème.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 4$)
7 avr (I) 10h30	*Piscine*[*]	
30 jun (I) 13h30	*Cordes*	communication fin (I)
av jan (II)	*Cordes* (2e)[**] , sur 3 séances[***]	
30 jan (II) 10h30	*Plus grand produit*[*]	6 fév[a]
30 mar (II) 9h20	*Somme et différence*	
1 avr (II) 8h30	*Somme et différence* (suite)[*]	[b]
7 jun (II) 13h30	*Golf*	
8 jun (II) 10h50	*Golf* (suite)[****]	
9 déc (III) 9h	*Triangles colorés*	12 jan[c]
10 déc (III) 10h50	*Triangles colorés* (suite)	commun au préc.
1 mar (III) 9h	*Tours* (entretien téléphonique 2 mar)[*]	
10 mai (III) 9h	*Cordes* (3e)[*]	12 mai[d]

[*] Une autre séance a été menée mais nous n'avons pas d'information la concernant.

[**] Le chiffre 2 entre parenthèses signale que c'est la deuxième mise en oeuvre par le même enseignant.

[***] Séance non observée. Mme $\mathcal{S}$ en parle lors de la réunion R4-II du 17 mars .

[****] Une 3e séance a dû avoir lieu l'après-midi mais nous n'en avons aucune trace.

[a] Liste 17h20, fichier MSWord.

[b] CD audio de la séance donné avec son accord le 8 juin car perte de ses notes.

[c] Liste 18h, bâti sur le questionnaire, après la réunion du matin.

[d] Liste 19h30, avec grille.

TAB. A.1: Problèmes et comptes-rendus de Mme $\mathcal{S}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 3$)
7 avr (I) 13h20	*Golf*	communication fin (I)
12 mai (I) 9h	*Piscine*	
5 fév (II) 13h	*Golf* (2e)	7 fév 19h[a]
6 fév (II) 15h15	*Golf* (suite)	
6 avr (II) 13h	*Somme et différence*	
28 mai (II) 13h	*Plus grand produit*	8 jun 16h10 [b]
14 déc (III) 13h	*Golf* (3e)	
8 mar (III) 13h	*Somme et différence* (2e)	
10 mai (III) 10h45	*Plus grand produit* (2e)	
24 jun (III) 11h	*Rectangles*	

[a] Problème pour le déposer sur le site Web le 5 février 19h après l'observation, diffusé ensuite sur la liste par nous le 7).

[b] Premier essai infructueux de dépôt sur le site Web le 3 juin à 14h45 car il s'agit d'un fichier de type « Raccourci ». Deuxième essai infructueux le lundi 7 juin à 8h50. Nous envoyons à la liste le 8 juin.

TAB. A.2: Problèmes et comptes-rendus de Mme $\mathcal{R}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 0^a$)
8 avr (I) 13h30	*Cordes*	
23 jun (I) 10h45	*Somme et différence*	
29 jan (II) 10h45	*Somme et différence* (2e)	
23 mar (II) 10h45	*Cordes* (2e)[a] *	
28 mai (II) 10h45	*Plus grand produit*	[b]
30 nov (III) 9h	*Tours*	
24 mar (III) 10h45	*Piscine*	
12 mai (III) 10h45	*Rectangles*	

* Reprise le lendemain 10-15min. (cf. R5).

[a] Aucun compte-rendu communiqué.

[b] Probablement un compte-rendu travaillé mais non communiqué, cf. réunion R5-II du 10 juin.

TAB. A.3: Problèmes et comptes-rendus de M. $\mathcal{D}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 5$)
10 avr (I) 15h20	*Piscine*	communication fin (I)
20 jun (I) 10h40	*Plus grand produit*	communication fin (I)
20 jan (II) 9h20	*Cordes* *	
25 mar (II) 9h	*Plus grand produit*	14 avr [a]
25 mai (II) 13h30	*Piscine* (2e)	11 jun 9h50[b]
4 jan (III) 9h	*Tours*	12 jan 8h[c]
4 mar (III) 9h	*Piscine* (3e)	[d]
13 mai (III) 13h30	*Cordes* (2e)	
21 jun (III) 13h30	*Somme des chiffres*	

* Une deuxième séance n'a pas été observée, date inconnue.

[a] Liste.

[b] Liste.

[c] Liste, non bâti sur le questionnaire, juste avant la réunion du même jour.

[d] Entretien téléphonique 4 mar (III) 19h.

TAB. A.4: Problèmes et comptes-rendus de M. $\mathcal{H}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 2$)
11 avr (I) 10h45	*Cordes*	3 juin
14 jun (I) 10h45	*Somme et différence*	16 juin
avant déc (II)	non communiqué	-

TAB. A.5: Problèmes et comptes-rendus de M. $\mathcal{M}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 4$)
10 avr (I) 9h	*Somme et différence*	communication fin (I)
30 jui (I) 9h	*Golf*	communication fin (I)
22 mar (II) 13h30	*Golf* (2e)	
30 jan (II) 13h30	*Somme et différence* (2e)	7 fév 19h[a]
24 mai (II) 9h	*Piscine*	2 jun 10h20[b]

[a] Se connecte sur le site Web le 5 février, mais sans regarder le site Web. Envoi sur l'ancienne liste. Suite à un échange de courriels, nous l'envoyons le 7 fév (II) sur la bonne liste.

[b] Envoi un fichier au format Lotus à notre adresse professionnelle le 27 mai (II) 14h50. Nous le diffusons sur la liste avec son accord après le 28 mai.

TAB. A.6: Problèmes et comptes-rendus de M. $\mathcal{F}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 2$)
14 déc (III) 9h	*Tours*	16 mar 11h30[a]
28 fév (III) 13h30	*Somme des chiffres*	16 mar 12h[b]
10 mai (III) 13h30	*Cordes*	

[a] Liste.

[b] Liste.

TAB. A.7: Problèmes et comptes-rendus de M^me^ $\mathcal{G}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 0$[a])
3 déc (III) 8h30	*Plus grand produit*	
8 mar (III) 8h30	*Cordes* [b]	
6 mai (III) 8h30	*Tours*	
21 jun (III) 8h30	*Somme et différence*	

[a] Aucun compte-rendu.

[b] Entretien téléphonique 18 mar (III) 19h.

TAB. A.8: Problèmes et comptes-rendus de M. $\mathcal{O}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 0$)
10 avr (I) 13h30	*Piscine*	

TAB. A.9: Problèmes et comptes-rendus de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{B}$.

Dates	Problèmes	Comptes-rendus ($n = 1$)
8 avr (I) 9h	*Cordes*	avril (I), sous forme papier

TAB. A.10: Problèmes et comptes-rendus de M. $\mathcal{B}$.

A.2 Chronologie des séances observées ou non

réunion R1 5 mar : M^{me} $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{R}$		
7 avr 10h30	M^{me} $\mathcal{S}$	*Piscine*, 2^{e} séance non observée
7 avr 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$	*Golf*
8 avr 9h	M. $\mathcal{B}$	*Cordes*
8 avr 13h30	M. $\mathcal{D}$	*Cordes*
10 avr 9h	M. $\mathcal{F}$	*Somme et différence*
10 avr 13h30	M^{me} $\mathcal{B}$	*Piscine*
10 avr 15h20	M. $\mathcal{H}$	*Piscine*
11 avr 10h45	M. $\mathcal{M}$	*Cordes*
12 mai 9h	M^{me} $\mathcal{R}$	*Piscine*
14 jun 10h45	M. $\mathcal{M}$	*Somme et différence*
20 jun 10h40	M. $\mathcal{H}$	*Plus grand produit*
23 jun 10h45	M. $\mathcal{D}$	*Somme et différence*
30 jun 9h	M. $\mathcal{F}$	*Golf*
30 jun 13h30	M^{me} $\mathcal{S}$	*Cordes*

TAB. A.11: Problèmes mis en oeuvre l'année I.

avant jan (cf. R4)	M^{me} $\mathcal{S}$	*Cordes*, 3 séances non observées
avant jan (comm. tél.)	M. $\mathcal{M}$	un problème non communiqué et non observé
réunion R2 10 déc : M^{me} $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$		
réunion R3 14 jan : M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$, M^{me} $\mathcal{S}$		
20 janvier 9h20	M. $\mathcal{H}$	*Cordes*, 2^{e} séance non observée
29 jan 10h45	M. $\mathcal{D}$	*Somme et différence*
30 jan 10h30	M^{me} $\mathcal{S}$	*Plus grand produit*
30 jan 13h30	M. $\mathcal{F}$	*Somme et différence*
5 fév 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$	*Golf* (1)
6 fév 15h15	M^{me} $\mathcal{R}$	*Golf* (2)
réunion R4 17 mar : M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$, M^{me} $\mathcal{S}$		
22 mar 13h30	M. $\mathcal{F}$	*Golf*
23 mar 10h45	M. $\mathcal{D}$	*Cordes*
25 mar 9h	M. $\mathcal{H}$	*Plus grand produit* donné fiche prep en ligne
30 mar 9h20	M^{me} $\mathcal{S}$	*Somme et différence* (1)
1 avr 8h30	M^{me} $\mathcal{S}$	*Somme et différence* (2)
6 avr 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$	*Somme et différence*
24 mai 9h	M. $\mathcal{F}$	*Piscine*
25 mai 13h30	M. $\mathcal{H}$	*Piscine*
28 mai 10h45	M. $\mathcal{D}$	*Plus grand produit*
28 mai 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$	*Plus grand produit*
7 jun 13h30	M^{me} $\mathcal{S}$	*Golf* (1)
8 jun 10h50	M^{me} $\mathcal{S}$	*Golf* (2)
réunion R5 10 jun : M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{S}$		

TAB. A.12: Problèmes mis en oeuvre l'année II.

réunion R6 17 nov : M^{me} $\mathcal{B}$, M^{me} $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{O}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$, M^{me} $\mathcal{S}$		
30 nov 9h	M. $\mathcal{D}$	Les tours
3 déc 8h30	M. $\mathcal{O}$	*Plus grand produit*
9 déc 9h	M^{me} $\mathcal{S}$	*Triangles colorés* (1)
10 déc 10h50	M^{me} $\mathcal{S}$	*Triangles colorés* (2)
14 déc 9h	M^{me} $\mathcal{G}$	*Tours*
14 déc 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$	*Golf*
4 jan 9h	M. $\mathcal{H}$	*Tours*
réunion R7 12 jan : M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{O}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{S}$		
28 février 13h30	M^{me} $\mathcal{G}$	*Somme des chiffres*
1 mar 9h	M^{me} $\mathcal{S}$	*Tours* (entretien tél. 2/3, Entretien mené avec l'outil mis au point en juin (II). Cf. annexe C.2 page 356)
4 mar 9h	M. $\mathcal{H}$	*Piscine* (entretien tél. 4/3 19h)
8 mar 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$	*Somme et différence*
8 mar 8h30	M. $\mathcal{O}$	*Cordes* (entretien tél. 18/3 19h)
24 mar 10h45	M. $\mathcal{D}$	*Piscine*
réunion R8 31 mar : M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{S}$		
réunion R9 3 mai : M^{me} $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{O}$, M^{me} $\mathcal{S}$		
6 mai 8h30	M. $\mathcal{O}$	*Tours*
10 mai 9h	M^{me} $\mathcal{S}$	*Cordes*
10 mai 10h45	M^{me} $\mathcal{R}$	*Plus grand produit*
10 mai 13h30	M^{me} $\mathcal{G}$	*Cordes*
12 mai 10h45	M. $\mathcal{D}$	*Rectangles*
13 mai 13h30	M. $\mathcal{H}$	*Cordes*
21 jun 8h30	M. $\mathcal{O}$	*Somme et différence*
21 jun 13h30	M. $\mathcal{H}$	*Somme des chiffres*
24 jun 11h	M^{me} $\mathcal{R}$	*Rectangles*

TAB. A.13: Problèmes mis en oeuvre l'année III.

A.3 Chronologie des séances observées par problème

7 avr (I) 13h20	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
30 jun (I) 9h	M. $\mathcal{F}$
5 fév (II) 13h20	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
6 fév (II) 15h15	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
22 mar (II) 13h30	M. $\mathcal{F}$
7 jun (II) 13h30	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
8 jun (II) 10h50	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
14 déc (III) 13h20	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$

TAB. A.14: Mises en oeuvre du problème *Golf*.

8 avr (I) 9h	M. $\mathcal{B}$
8 avr (I) 13h30	M. $\mathcal{D}$
11 avr (I) 10h45	M. $\mathcal{M}$
30 jun (I) 13h30	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
20 jan (II) 9h20	M. $\mathcal{H}$
23 mar (II) 10h45	M. $\mathcal{D}$
8 mar (III) 8h30	M. $\mathcal{O}$
10 mai (III) 9h	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
10 mai (III) 13h30	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$
13 mai (III) 13h30	M. $\mathcal{H}$

TAB. A.15: Mises en oeuvre du problème *Cordes*.

20 jun (I) 10h40	M. $\mathcal{H}$
30 jan (II) 10h30	M^{me} $\mathcal{S}$
25 mar (II) 9h	M. $\mathcal{H}$
28 mai (II) 10h45	M. $\mathcal{D}$
28 mai (II) 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$
3 déc (III) 8h30	M. $\mathcal{O}$
10 mai (III) 10h45	M^{me} $\mathcal{R}$

TAB. A.16: Mises en oeuvre du problème *Plus grand produit*.

10 avr (I) 9h	M. $\mathcal{F}$
14 jun (I) 10h45	M. $\mathcal{M}$
23 jun (I) 10h45	M. $\mathcal{D}$
29 jan (II) 10h45	M. $\mathcal{D}$
30 jan (II) 13h30	M. $\mathcal{F}$
30 mar (II) 9h20	M^{me} $\mathcal{S}$
1 avr (II) 8h30	M^{me} $\mathcal{S}$
6 avr (II) 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$
8 mar (III) 13h20	M^{me} $\mathcal{R}$
21 jun (III) 8h30	M. $\mathcal{O}$

TAB. A.17: Mises en oeuvre du problème *Somme et différence*.

7 avr (I) 10h30	M^{me} $\mathcal{S}$
10 avr (I) 13h30	M^{me} $\mathcal{B}$
10 avr (I) 15h20	M. $\mathcal{H}$
12 mai (I) 9h	M^{me} $\mathcal{R}$
24 mai (II) 9h	M. $\mathcal{F}$
25 mai (II) 13h30	M. $\mathcal{H}$
4 mar (III) 9h	M. $\mathcal{H}$
24 mar (III) 10h45	M. $\mathcal{D}$

TAB. A.18: Mises en oeuvre du problème *Piscine*.

30 nov (III) 9h	M. $\mathcal{D}$
14 déc (III) 9h	Mme $\mathcal{G}$
4 jan (III) 9h	M. $\mathcal{H}$
1 mar (III) 9h	Mme $\mathcal{S}$
6 mai (III) 8h30	M. $\mathcal{O}$

TAB. A.19: Mises en oeuvre du problème *Tours*.

28 fév (III) 13h30	Mme $\mathcal{G}$
21 jun (III) 13h30	M. $\mathcal{H}$

TAB. A.20: Mise en oeuvre du problème *Somme des chiffres*.

12 mai (III) 10h45	M. $\mathcal{D}$
24 jun (III) 11h	Mme $\mathcal{R}$

TAB. A.21: Mises en oeuvre du problème *Rectangles*.

9 déc (III) 9h	Mme $\mathcal{S}$
10 déc (III) 10h50	Mme $\mathcal{S}$

TAB. A.22: Mises en oeuvre du problème *Triangles colorés*.

Annexe B

Données spécifiques de M^{me} $\mathcal{S}$

B.1 Narrations des séances de M^me^ $\mathcal{S}$

Pour chaque narration de séance, les passages entre parenthèses sont des indications, parfois issus de nos notes observations, susceptibles de mieux faire comprendre le déroulement la séance. Les passages entre crochets sont des premières analyses sur le sens des interventions des acteurs.
Les passages écrits entre deux barres horizontales reprennent le contenu du tableau à un moment donné de la séance. Nos notes d'observation ou nos commentaires sont dans ce cas écrits en italiques pour éviter la confusion avec ce qui est écrit au tableau.

B.1.1 *Cordes*(I) – lundi 30 juin

Pas de notes informelles avant ou après la séance.

Élèves en groupes

`0'0"`– L'enseignante annonce aux élèves qu'il vont, comme prévu, chercher la solution d'un petit problème et demande aux élèves de se mettre par (4) groupes de 4 élèves. Elle précise qu'il ne faut pas bouger les tables. Les groupes peuvent être composés d'élèves de différents niveaux, ce qui est déjà le cas pour certains d'entre eux. L'enseignante n'intervient quasiment pas dans la composition des groupes.

Présentation du problème et exemples de cordes

`2'12"`– L'enseignante annonce qu'elle va écrire le problème au tableau, que l'on expliquera peut-être quelques petites choses puis qu'elle les laissera chercher tous seuls.
Elle écrit alors l'énoncé suivant au tableau.

On place des points sur un cercle.
Est-il possible de trouver le nombre de cordes ?
Une corde est un segment qui joint deux points du cercle.

`3'46"`– Elle demande de bien lire l'énoncé.
`3'57"`– L'enseignante reprend la parole. Elle indique qu'il y a un mot que les élèves ne connaissaient pas mais qui est expliqué au tableau. Elle demande lequel et précise qu'elle a donné une explication au tableau. Un élève (Rémi) répond que c'est le mot *corde*. L'enseignante indique qu'il va falloir bien comprendre ce mot car sinon on ne pourra pas bien réfléchir sur le problème.
`4'15"`– Elle demande s'ils ont bien lu ce qu'était une corde. Certains élèves répondent par l'affirmative, d'autres par la négative. Elle demande de bien relire la phrase et indique qu'après on allait essayer d'en dessiner une au tableau.
`4'25"`– Un élève vient au tableau.
`4'46"`– L'enseignante précise qu'avant il faut tracer un cercle et qu'une corde c'est dans un cercle.
L'élève dessine un cercle à main levée et un "petit" segment à l'intérieur du disque. Aucune de ses extrémités n'est située sur le cercle ou ne s'en rapproche.
`4'57"`– Une fois le dessin terminé, l'enseignante demande aux autres élèves s'ils sont d'accord. Des élèves répondent par l'affirmative et d'autres par la négative.

5′1"– Un élève précise que la corde ne va pas jusqu'au cercle.
5′6"– L'enseignante reprend l'énoncé qui dit qu'une "corde est un segment", précise que c'est le cas sur le dessin de l'élève au tableau puis reprend "qui joint deux points du cercle" et indique alors que les points doivent être *sur* le cercle. Elle invite alors les élèves à constater que ce n'est pas le cas sur le dessin, que les points sont *dedans*.
Elle invite l'élève à recommencer mais en mettant les points sur le cercle. Elle précise que "ce n'est pas difficile mais qu'il faut juste comprendre ce que c'est".
L'élève place alors deux points sur le cercle mais trace la corde à l'extérieur du cercle. En effet, celui-ci est de petite taille et tracé de manière peu précise à main levée. De plus, l'emplacement choisi et l'écartement des points choisis permettent ce dessin.
5′54"– Elle demande si les élèves sont d'accord, ils répondent que non. Un élève est invité à s'exprimer. Il dit que les deux points sont sur le cercle mais que le "trait" doit être dans le cercle.
6′4"– L'enseignante déclare que le dessin n'est pas très précis et trace alors un cercle plus grand au tableau. Elle demande à un autre élève de tracer une corde. Il trace un diamètre vertical.
6′30"– L'enseignante demande si ça va.
Des élèves indiquent qu'il n'a pas "fait les points *avant*" ce que reprend l'enseignante en précisant "… que l'on comprenne bien ce que tu fais".
6′36"– Le nouvel élève est invité à placer les points avant. Il obtempère accompagné du discours de l'enseignante sur ce qu'il trace. L'enseignante invite ensuite un autre élève à en tracer une autre.
6′56"– Une élève demande si on peut tracer des "zigzags". L'enseignante répond que non parce que c'est un segment et qu'un segment se trace à la règle puis elle demande à l'élève si elle peut faire des zigzags à la règle. L'élève répond par un non repris par l'enseignante.
Un autre élève désigné vient au tableau. Il trace les points diamétralement opposés.
7′24"– L'enseignante demande aux élèves si c'est bien une corde. Les élèves répondent que oui. L'enseignante précise que là elle est un peu tordue parce qu'elle a été faite à main levée.
7′29"– Elle demande si les élèves ont compris ce qu'est une corde, ils répondent oui.

Retour à la consigne : faire des essais

7′36"– Elle revient au problème et demande aux élèves s'il faut tracer juste une corde.
Elle demande ce qu'il faut faire et s'ils savent combien il faut tracer de points. Les élèves répondent non. Elle reprend en disant qu'ils vont « faire des essais dans leur groupe, choisir combien de points ils vont tracer sur leur cercle et toutes les cordes qu'ils vont pouvoir faire à partir de leurs points ».
7′56"– Elle indique qu'elle va passer dans les rangs et que, s'ils n'ont pas trop compris, elle expliquera à nouveau.

Première phase de recherche

8′2"– Elle distribue une feuille blanche au format A4 à chaque groupe.
Les élèves recherchent dans leur groupe et l'enseignante passe dans les rangs, observe les travaux de chaque groupe et régule parfois leur fonctionnement.
Notre observation des travaux des groupes montre que certains élèves pensent qu'il faut « tracer les points après ». Ils tracent des cordes, le plus souvent des diamètres, puis symbolisent ensuite les extrémités des cordes.

10'24"– M^me^ $\mathcal{S}$ indique à un groupe qu'elle pense que si on trace les cordes, c'est plus facile de s'y retrouver.
10'46"– L'enseignante demande à un groupe qui cherche à maximiser la longueur du rayon du cercle si la longueur du rayon est importante. Les élèves répondent que non. L'enseignante dit qu'ils peuvent alors faire un cercle plus petit afin que celui-ci tienne sur la feuille.
11'36"– Un élève demande si la corde passe obligatoirement par le milieu du cercle. L'enseignante demande en se tournant vers l'énoncé au tableau s'il est écrit qu'une corde doit passer par le centre du cercle. L'élève répond non [la suite, courte, est inaudible].

Mise au point sur ce qu'il faut chercher

12'41"– L'enseignante stoppe la recherche et demande aux élèves de lui redire ce qu'il faut faire dans le problème car certains d'entre eux partent dans des directions qui lui paraissent ne pas correspondre au problème.
13'2"– Un élève désigné répond qu'il faut « deviner combien il faut faire de cordes... avec un cercle ». L'enseignante fait comprendre que ce n'est pas tout à fait ça.
13'22"– Une élève dit qu'il faut faire un cercle, puis des points, puis on se demande combien on pourrait faire de cordes dans un cercle. Elle ne parle pas très fort.
13'41"– L'enseignante veut reprendre la démarche proposée : « on fait un cercle puis on fait tout de suite les cordes ? » L'élève reprend : « non, on fait..., il y a des points ». L'enseignante comprend « deux points », dit que c'est facile avec deux points et demande combien on peut faire de cordes dans ce cas. Les élèves répondent « une ».
13'56"– L'enseignante reprend avec l'ensemble des élèves : il faut faire un cercle et après ?
14'1"– Un élève répond qu'il faut faire des points pour les emplacements des cordes.
L'enseignante acquiesce en reformulant et demande ce qu'on doit faire après, ce qu'on doit trouver.
14'22"– Une élève répond : le plus de cordes possible.
14'24"– L'enseignante rectifie que l'on doit trouver combien de cordes on peut faire avec tous les points. Elle récapitule : d'abord on place ses points, on peut en faire 5, 10, 20, 50, 200 et après on trace toutes les cordes possibles.
14'46"– Elle interroge un élève pour qu'il relise : qu'elle est la question du problème ? L'élève relit la question.
14'58"– L'enseignante dit que c'est ce qu'elle veut savoir au moment de la mise en commun : avec le nombre de points qu'ils auront placés, ont-ils pu trouver le nombre de cordes qui va avec ces points ? Elle ajoute qu'il faut faire des essais.

Retour à la recherche

15'15"– L'enseignante renvoie les élèves à leur recherche et continue de passer dans les rangs.
Notre observation du travail des élèves nous révèle qu'une grande majorité d'élèves ne tracent pas de cordes qui ont des extrémités communes.
Le nombre de points choisi par les élèves est parfois trop élevé pour faciliter le tracé de toutes les cordes. L'enseignante fait remarquer à certains d'entre eux qu'elle n'a pas « dit d'en tracer 150 ». Vraisemblablement, elle demande ici à ses élèves de prendre moins de points qu'ils ne l'ont fait.
D'après nos notes d'observation et plutôt vers la fin de la phase de recherche, elle rappelle parfois à certains groupes que le but n'est pas de tracer toutes les cordes mais de savoir combien il y en a,

qu'on peut les faire pour s'aider.
Nous observons aussi qu'un groupe trace des diamètres puis marque les points ensuite.

Un point peut servir plusieurs fois – trop de points pour les essais

23′51"– Mme $\mathcal{S}$ stoppe la recherche pour une mise en commun. Elle passe une dernière fois dans les rangs et ramasse deux feuilles, qu'elle affiche au tableau. (Les élèves ont placé beaucoup de points, toutes les cordes ne sont pas tracées et il est déjà difficile de s'y repérer.)
24′50"– Elle sollicite l'avis des auteurs d'une des productions : pensent-ils pouvoir compter les cordes ?
Un des élèves répond que non car « c'est un peu trop mélangé » puis « qu'avec toutes les cordes, on ne pourra pas se repérer ».
L'enseignante demande la signification de "c'est un peu trop mélangé". L'élève répond que c'est "quand d'autres traits passent sur le même trait".
25′7"– L'enseignante demande si cela est embêtant que les cordes se coupent.
Une élève dit que "comme c'est un rond, c'est à l'infini, on ne peut pas en faire, il faut toujours les serrer, on ne peut pas".
25′39"– L'enseignante demande pourquoi il serait obligé que les cordes soient "toutes serrées".
Un élève dit que ça n'est pas obligatoire et qu'avec un certain nombre de points, on peut trouver le nombre de cordes avec une opération.
25′55"– L'enseignante reprend ce que l'élève dit au nom du groupe et ajoute que cette affirmation n'a pas encore été vérifiée. S'adressant aux auteurs des deux affiches, elle ajoute que c'est difficile de vérifier avec leurs dessins et demande pourquoi aux élèves de la classe.
26′11"– Un élève répond que c'est parce qu'un point peut servir plusieurs fois.
26′25"– L'enseignante acquiesce et trace au tableau toutes les cordes issues d'un même point situé en haut du cercle (elle ne respecte pas un ordre particulier).
26′38"– Elle pose la question de savoir pourquoi les élèves ont du mal à compter le nombre de cordes sur les exemples affichés au tableau.
26′47"– Un élève répond que "ça se coupe" et parce que "le nombre n'est pas un nombre pair" donc on ne pourra pas savoir combien il y a de cordes.
Son explication permet de comprendre que c'est parce qu'il ne pensait pas pouvoir utiliser un même point plusieurs fois donc il risquait d'en laisser un tout seul.
27′33"– L'enseignante reprend la question de la difficulté à compter le nombre de cordes, à vérifier. Un élève dit qu'il y a trop de points pour ces essais, ce que l'enseignante reprend. Elle continue en insistant sur le fait que, dans ce cas, elle ne pense pas qu'ils aient compté et qu'il en manque plein.
28′14"– L'enseignante demande ce qu'ils pourraient faire pour que ce soit plus facile à compter.
28′21"– Un élève répond que de toutes façons on ne peut pas compter parce qu'avec tous les traits qu'il y aura ça ressemblera à un coloriage.
28′32"– L'enseignante demande alors ce qu'ils pourraient faire pour qu'il y ait moins de cordes.
28′39"– Un élève propose de faire un peu moins de points et de dire qu'on ne doit pas tracer plusieurs cordes à partir d'un même point.
28′49"– L'enseignante précise aussitôt qu'on en a le droit et indique que par contre l'idée de faire moins de points serait peut-être une bonne idée et propose aux élèves de refaire un essai. Elle demande combien aux élèves, ils proposent 5.

Recherche avec 5 points

29′7"– Elle retient 5 et demande aux élèves, sur le dos de leur feuille, de mettre 5 points et d'essayer de compter le nombre de cordes qu'ils pourront faire.
Pendant la recherche, un groupe semble avoir trouvé une formule et l'a montrée à l'enseignante qui passe dans les rangs.

Bilan sur le cas des 5 points

37′47"– L'enseignante stoppe la recherche.
37′53"– Elle demande aux élèves combien ils ont trouvé. L'accord sur la réponse 10 est immédiat.
38′2"– Elle continue en leur faisant remarquer que c'était plus facile avec moins de points.
38′8"– L'enseignante demande si c'était possible de trouver le nombre de cordes. Les élèves disent "oui".

Recherche avec 4 points

38′15"– Elle demande « sans faire de dessin » de trouver le nombre de cordes. Elle prend comme exemple le cas de 4 points.
Un élève répond 12 mais n'est pas repris. Deux groupes proposent 8. Ils expliquent qu'avec 5 points on obtient 10 cordes et que $5 \times 2 = 10$. Pour 4 points on aura $4 \times 2 = 8$cordes.
39′10"– L'enseignante propose qu'ils vérifient en traçant sur leur feuille. Elle passe dans les rangs pour regarder leur travaux.

Bilan sur le cas des 4 points

41′56"– L'enseignante dit qu'elle pense qu'ils ont fini et stoppe la recherche. Les élèves ont trouvé 6. Elle fait la remarque que ce n'était donc pas 8 et conclut que leur « règle du double » ne fonctionne pas.
42′13"– Elle reprend pour dire que ce serait bien de trouver un moyen pour calculer à partir d'un nombre de points « pas trop grand ».

Recherche avec 6 points

42′34"– L'enseignante propose cette fois de prendre 6 points. Elle précise aussitôt qu'avant de tracer, les élèves doivent essayer d'imaginer le nombre de cordes.
Dans un groupe, un élève essaie d'affiner sa formule devant l'enseignante.
43′56"– L'enseignante demande à la classe ce qu'ils ont trouvé. Un élève annonce 11, un autre, 14. Certains contestent, d'autres confirment.

La méthode additive est donnée par l'enseignante

44′15"– L'enseignante annonce que l'on va s'aider d'un dessin au tableau mais que l'on ne va pas dessiner toutes les cordes au tableau. Elle entame alors un dialogue avec la classe dans lequel elle montre en fait aux élèves la méthode qui consiste à partir d'un point, à compter le nombre des cordes possibles de façon ordonnée, à passer au suivant et à compter le nombre de cordes possibles sauf

une, que l'on a déjà comptée, etc. et qui aboutit au calcul $5+4+3+2+1=15$. Elle indique à côté de chaque sommet le nombre de cordes trouvé.
Pour le premier point, elle mime le tracé des cordes pour les compter avec les élèves puis elle les trace.
Au deuxième point, elle demande combien on peut en tracer. Un élève répond 5. Certains contestent. L'enseignante compte alors au tableau en traçant les cordes et fait remarquer que la dernière a déjà été comptée. Pendant que l'enseignante poursuit, un élève dit qu'après il faut diviser par 2. Elle ne peut l'entendre car d'autres élèves répondent à la question posée : il y a 4 cordes. Elle poursuit avec les autres points.

Recherche « sans tracer » avec 7 points : méthodes additive et par récurrence

`46'42"`– Elle propose alors « toujours sans tracer » de chercher le nombre de cordes pour 7 points. Elle écrit 7 au tableau.
`48'3"`– Elle aide un groupe à appliquer la méthode présentée. Elle indique au groupe qui a trouvé une formule que leur moyen est bon aussi et qu'ils peuvent l'utiliser. Certains cherchent à éviter de tout recalculer « combien faut-il ajouter alors ? »

Bilan : méthodes additive et par récurrence

`50'8"`– L'enseignante stoppe la recherche et demande à un groupe comment ils ont fait.
`50'26"`– L'élève qui répond dit qu'ils ont pris "par exemple 7 mais qu'après il n'y avait qu'à faire 6, 5, 4, 3, 2, 1 et qu'ils ont additionné".
L'enseignante reprend en disant que "pour le premier point il y avait 6 cordes, ensuite 5 donc on peut additionner $6+5+4+3+2+1$". Elle interroge un autre groupe.
`51'6"`– L'élève raconte qu'ils ont ajouté un point sur une configuration similaire à celle du tableau et "ça fait 1, 2, 3, 4, 5, 6".
`51'18"`– L'enseignante prolonge ce qu'il dit en disant qu'ils sont malins d'avoir repris ce qu'il y avait au tableau et qu'ils avaient le droit. Elle complète au tableau l'explication de l'élève en ajoutant un point sur le cercle et, tout en comptant, elle mime le tracé des cordes : 1, 2, 3, 4, 5, 6 nouvelles cordes. Elle prolonge en disant qu'il y en avait déjà 15 et que $15+6=21$.

Le cas des 150 points

`51'40"`– Elle demande ensuite si, avec leur méthode, ils pourraient trouver combien de cordes on peut traiter le cas de 150 points.
Des élèves s'exclament, d'autres pensent que c'est possible.
`51'58"`– L'enseignante demande ce qu'il faudrait faire comme opération(s).
`52'6"`– Un élève répond $15+149$. L'enseignante manifeste sa désapprobation et repose la même question.
`52'20"`– Un autre propose 150×149.
`52'26"`– L'enseignante reprend 150×149. Elle demande pourquoi et si ce serait la même méthode.
`52'32"`– L'enseignante reprend l'addition pour le cas des 7 points et indique qu'elle demande pour beaucoup plus de points : 150, que feraient-ils comme opération ?
`52'44"`– Un élève propose "150 moins cent..., heu, moins, heu...".

52′50"– L'enseignante insiste « avec la même méthode ».
Des élèves parlent en même temps et propose de faire 150 − 15 ou de tracer les 150 points.
52′56"– L'enseignante reprend et demande si on a utilisé des « moins ». Les élèves répondent non. En montrant le cercle au tableau, elle demande s'ils veulent tracer les 150 points. Elle continue : si elle fait 150 points, combien elle pourra faire de cordes avec un premier point ?.
53′11"– Des élèves répondent 150, d'autres 149.
53′18"– Une élève interrogée répond 149. L'enseignante écrit 149 au dessus d'un point du cercle.
53′22"– L'enseignante reprend ses propos et poursuit avec le deuxième point. L'élève répond 148. Elle poursuit de même avec le troisième point. Elle demande ensuite si c'est possible à faire. Des élèves disent oui. Elle acquiesce mais ajoute que ce serait très long.

La méthode multiplicative

53′46"– Elle passe à un autre groupe en précisant que celui-ci a trouvé une autre méthode et que leur méthode est plus pratique car elle permet de trouver pour un nombre très grand nombre de points. Un élève est invité à passer au tableau. Elle efface le cercle au tableau.
54′18"– L'élève commence par dire qu'on ne peut pas faire 150 points...
L'enseignante dit qu'il peut l'expliquer sur le cas 6 points mais qu'il fait comme il veut.
L'élève reprend en disant qu'un point donne 5 cordes car on ne peut pas « le relier deux fois sur lui ». Il dit « $6 \times 5 = 30$ » et l'écrit au tableau. Il ajoute que « les traits sont tous pris deux fois puisque l'on les reprend par deux points », il faut diviser par 2. Il commence à poser la division de 30 par 2. Des élèves lui soufflent « 15 ».
55′16"– L'enseignante dit que cette opération se fait de tête. L'élève finit son écriture en ligne.

Conclusion de la séance

55′22"– Elle conclut en disant que cette méthode est un peu compliquée et que l'on ne va pas insister dessus.
56′34"– Elle demande si on peut trouver le nombre de cordes. Les élèves répondent oui. Elle conclut que c'est possible en faisant un calcul et sans les compter une par une.
55′46"– Fin de la séance.

B.1.2 *Triangles colorés*1(III) – jeudi 9 décembre

Nous n'avons pas de note informelle relative à cette séance.

Présentation du problème

0′0,"– Les élèves s'installent et M^me^ $\mathcal{S}$ annonce qu'ils vont changer de place et qu'ils vont travailler par quatre. Nous proposons de donner un coup de main pour déplacer les tables. L'enseignante décide de la composition des groupes.
4′ 0,4"– M^me^ $\mathcal{S}$ annonce qu'elle explique le problème. Elle demande aux élèves de se tourner vers le tableau et annonce que le problème s'appelle « les triangles ». Elle demande aux élèves s'ils savent ce qu'est un triangle et demande qui veut venir en dessiner un au tableau. Un élève désigné vient au tableau dessiner un grand triangle. M^me^ $\mathcal{S}$ annonce qu'on va le couper en trois, ce qu'elle fait. Elle montre les trois parties et dit qu'on va mettre une couleur dans chaque partie et qu'on a le

droit de mettre du rouge, du bleu, du vert et du jaune. Elle écrit le nom des couleurs au tableau en même temps. Les élèves doivent trouver tous les triangles que l'on peut faire avec ces couleurs.

`5′ 34,6"`– Elle demande qui peut venir en faire un au tableau. Un élève vient au tableau. M^me^ $\mathcal{S}$ lui dit qu'il ne va pas colorier, qu'il va faire une croix. L'élève marque une croix dans chaque partie : rouge, vert, bleu (triangle que nous noterons RVB). M^me^ $\mathcal{S}$ dit que c'est un triangle possible à faire, qu'il a bien utilisé le rouge, le vert, le bleu. Elle ajoute qu'il n'a pas pris le jaune car il n'y a que trois cases, que pour un autre on pourra prendre le jaune.

`6′ 19,8"`– M^me^ $\mathcal{S}$ dit qu'ils vont en chercher plein, le plus possible puis demande s'ils ont bien compris la consigne. Des élèves répondent oui. Elle dit qu'ils travaillent par quatre ou par deux, que chacun va donner ses idées, qu'elle va donner une feuille pour le groupe. Elle continue en disant que, lorsque l'on travaille en groupe, on a le droit de parler mais on essaye de ne pas parler fort, d'une part, pour que les autres n'entendent pas leurs idées et, d'autre part, parce que ça fait du bruit dans la classe. Dans cinq minutes, ils verront ensemble où ils en sont, les idées de chacun. Ensuite, elle les laissera travailler.

Première recherche

`7′15"`– M^me^ $\mathcal{S}$ distribue une feuille par groupe. Les élèves travaillent, l'enseignante circule dans les rangs et intervient auprès de quelques groupes.

`10′ 4h0′4e-"`– L'enseignante annonce qu'elle va écrire la consigne au tableau pour qu'ils puissent la regarder « de temps en temps » ce qu'elle fait en écrivant :

Trouver le plus possible de triangles différents. *(le grand triangle est toujours au tableau)*

Le travail des élèves se poursuit.

Mise en commun pour une distribution de triangles vierges

`17′35"`– M^me^ $\mathcal{S}$ tape dans ses mains et annonce qu'ils vont arrêter un peu, qu'ils vont voir ce que chacun a fait et si ça peut aider les groupes. Elle demande aux élèves de poser leur crayon, de se tourner vers le tableau et demande à un groupe ce qu'il a fait.

`18′7"`– Une élève répond qu'ils ont fait deux carrés. L'enseignante corrige par « triangles » et demande s'ils ont mis des couleurs (pas de trace d'une éventuelle réponse) puis elle dit qu'ils en ont fait deux et demande s'ils en font d'autres après, s'ils ont d'autres idées. Les élèves répondent non.

`18′24"`– M^me^ $\mathcal{S}$ interroge le groupe d'une élève . Cette dernière dit qu'ils ont fait des triangles et mis un peu de couleur.

`18′29"`– Le groupe d'une autre élève est interrogé. L'élève dit qu'ils ont fait des triangles et qu'ils ont mis des couleurs.

`18′41"`– M^me^ $\mathcal{S}$ dit d'accord, dit qu'ils en ont fait deux ou trois par groupe. Elle demande ce qui est long à faire car ce n'est pas beaucoup deux triangles.

`18′50"`– Un élève dit que c'est le triangle, quelques élèves acquiescent et d'autres non. Intervention courte et inaudible d'un élève.

`18′56"`– M^me^ $\mathcal{S}$ reprend en disant qu'elle va distribuer des triangles, qu'elle avait attendu pour voir si tout le monde dessinait des triangles et qu'elle a vu que tout le monde a envie d'en dessiner. Elle

ajoute que, comme elle va en distribuer, il n'y aura plus à les tracer [cette explication peut sembler contradictoire aux élèves].
19'12"– Elle continue en montrant une production avec un début de coloriage et en disant que ce n'est pas la peine de colorier, qu'ils vont juste faire une croix, que ça suffit. Elle annonce qu'elle va donner un paquet de triangles à chaque groupe, qu'ils peuvent lui en demander s'il leur en faut d'autres.

Deuxième recherche

20'9"– M^{me} $\mathcal{S}$ distribue des triangles, les élèves travaillent. L'enseignante circule entre les rangs et intervient auprès de quelques groupes (pas de donnée précise sur ces interventions).

Deuxième mise en commun

30'0"– M^{me} $\mathcal{S}$ tape dans ses mains et dit qu'on va voir où en est chaque groupe. Elle demande qu'ils posent leur crayon.
30'23"– M^{me} $\mathcal{S}$ annonce qu'il y avait un problème avec les cartes, que certains élèves lui ont dit que d'autres avaient une carte de plus qu'eux. Elle demande si c'est embêtant. Des élèves répondent non, elle demande pourquoi en prenant un exemple au sein d'un groupe. une élève dit que c'est parce qu'ils sont dans le même groupe. Elle rappelle qu'elle a donné un tas de cartes et demande s'ils sont obligés de se les distribuer. Des élèves répondent non, elle acquiesce. Elle dit qu'un groupe (elle montre un groupe d'élèves) s'est distribué les cartes et leur demande ce qu'ils ont fait après. Ils répondent qu'ils ont fait des croix, elle le redit à la classe. Ils continuent en disant qu'ils les ont mis ensemble, qu'il y a en avait beaucoup, qu'il y avait des doubles. M^{me} $\mathcal{S}$ redit ce qu'ils disent et demande ce que signifie « des doubles ». Une élève dit qu'ils sont de la même couleur. Des élèves disent que non. L'enseignante redit ce qu'a dit l'élève. Un autre dit qu'ils ont remarqué que certains étaient « tout à fait pareils ». L'enseignante redit et ajoute qu'une autre élève vient de lui dire ça. Elle prend un exemple de deux triangles BRV dans un groupe qu'elle accroche au tableau (dans la même orientation) en disant qu'ils ne vont peut-être pas voir, elle dit les couleurs utilisées en montrant au tableau. Une élève dit que c'est pareil, ce que M^{me} $\mathcal{S}$ confirme en ajoutant que les couleurs sont disposées de la même façon. Elle demande aux élèves si c'est intéressant de faire des triangles qui sont « pareils ». Des élèves répondent oui, d'autres non. Elle demande pourquoi non et dit que, s'il faut en faire le plus possible, on pourrait les faire tous pareils. Elle rappelle un élève à l'ordre. Un élève dit que c'est mieux de trouver de plusieurs façons. Elle interroge une autre élève qui dit que, s'ils trouvent toujours la même chose, ce sera plus dur. M^{me} $\mathcal{S}$ demande pourquoi ce n'est pas bien de faire plusieurs fois le même, que ça ne va pas de faire plusieurs fois le même. Une élève répond que ce n'est pas joli. M^{me} $\mathcal{S}$ demande confirmation auprès des autres élèves et ajoute qu'elle trouve ça joli. Un élève dit qu'on ne peut pas résoudre le problème, ce que confirme M^{me} $\mathcal{S}$.
33'20"– Elle demande ce qu'est le problème. Un élève dit qu'il faut trouver le plus possible de triangles différents. L'enseignante redit la phrase en insistant sur « plus possible » et « différents » et demande si, quand elle fait le même, ça correspond bien à ce qu'elle cherche. Des élèves répondent non. Elle insiste en disant qu'elle veut des triangles différents.
33'43"– M^{me} $\mathcal{S}$ continue en disant qu'ils vont retravailler et demande ce qu'ils vont devoir faire. Un élève dit qu'il va falloir regarder s'ils n'ont pas fait les mêmes. M^{me} $\mathcal{S}$ acquiesce en disant qu'ils ont distribué les cartes, qu'il faut les regrouper pour regarder s'il n'y a pas des doubles. Elle dit de

remettre les cartes ensemble. Les élèves commencent à se réinstaller, elle leur dit d'attendre car elle a autre chose à voir avec eux. En même temps qu'elle le dit, elle écrit au tableau

> On remet les cartes ensemble pour voir s'il n'y a pas de doubles.

`34′39"`– Elle dit que, lorsqu'elle est passée dans les groupes, certains lui ont posé des questions. Elle leur a répondu que pour l'instant ils faisaient comme ils voulaient et que l'on verrait après. Elle interroge une élève. Celle-ci demande « Est-ce qu'on a le droit de mettre les deux couleurs » (peu audible).
M^me $\mathcal{S}$ reformule sa question : est-ce qu'on a le droit de mettre deux couleurs pareilles dans le même triangle ? Des élèves répondent non. Elle dit qu'ils sont plusieurs à poser la question. Une élève dit qu'ils ne l'ont pas fait car ils n'étaient pas sûrs. Elle demande si, à leur avis, on le droit ou non. Plusieurs répondent que non. Elle demande pourquoi. Quelques justifications inaudibles, un élève dit que ça fera toujours les mêmes. M^me $\mathcal{S}$ demande pourquoi ça fera toujours les mêmes. Une réponse inaudible. M^me $\mathcal{S}$ demande qui a fait un triangle avec deux fois la même couleur. Elle prend un triangle dans un groupe et dit qu'elle va dire les couleurs car ils ne vont pas voir de loin : vert, vert, bleu. Elle demande si on a le droit. Plusieurs élèves répondent que non. Elle demande pourquoi on n'aurait pas le droit, puis elle demande si cela est demandé dans la consigne de ne pas utiliser deux fois la même couleur dans le triangle. Des élèves répondent non. Elle demande si c'est interdit. Des élèves répondent non. Elle dit qu'alors, c'est qu'on doit avoir le droit. Un élève l'appelle. Elle dit qu'on a le droit d'utiliser plusieurs fois la même couleur dans le même triangle.
`36′22"`– M^me $\mathcal{S}$ écrit :

> Je peux utiliser la même couleur dans un triangle.

`36′45"`– M^me $\mathcal{S}$ reprend la parole et dit qu'elle va les laisser travailler, qu'elle redit les deux choses qu'ils ont vues ensemble. Une élève commence à parler, l'enseignante dit qu'elle va le dire sinon on ne va pas bien entendre. En montrant les consignes écrites au tableau, elle dit : « on remet les cartes ensemble pour voir s'il n'y a pas des doubles, donc tout le monde va faire ça, sauf si vous n'avez pas séparé les cartes. Je peux utiliser la même couleur dans un triangle donc peut-être que ça va vous donner d'autres idées de triangles ». M^me $\mathcal{S}$ dit ensuite que le groupe d'un élève lui a dit qu'il avait fini et qu'elle leur a demandé s'ils étaient sûrs, qu'ils ont répondu qu'ils n'étaient pas trop sûrs. Elle demande l'attention d'un élève et ajoute qu'il faut lui expliquer pourquoi ils ont fini, qu'il faut être sûr d'avoir fini.
`37′54"`– Une élève prend la parole pour dire qu'elle met par exemple du rouge, du bleu, du vert et qu'elle en remet ensuite mais pas dans le même ordre et demande si elle peut le faire. Elle parle de « carré », M^me $\mathcal{S}$ rectifie par « triangle » et lui demande de venir montrer au tableau ce qu'elle fait. M^me $\mathcal{S}$ demande si les élèves voient de loin car c'est fait au feutre, elle dit les couleurs en montrant et demande aux élèves si ce sont les mêmes ou pas. Des élèves répondent non, d'autres oui. M^me $\mathcal{S}$ dit et montre qu'elle peut tourner les triangles. Elle énonce vert, bleu, rouge pour l'un et vert, rouge, bleu pour l'autre (chaque énonciation dans le même sens de rotation). Une élève dit ça va, l'enseignante dit que ça va, ce ne sont pas les mêmes, qu'ils ont les mêmes couleurs mais que ce ne sont pas les mêmes et qu'on a donc le droit. L'élève retourne à sa place, M^me $\mathcal{S}$ demande s'il y a d'autres questions. Il n'y en a pas et elle leur demande de travailler.

Troisième recherche

38′51"– Les élèves travaillent, M^{me} $\mathcal{S}$ circule dans les rangs. Elle fait remarquer dans un groupe qu'ils doivent se mettre d'accord entre eux. D'autres échanges sont inaudibles.
45′56"– M^{me} $\mathcal{S}$ demande l'attention des élèves (le niveau sonore baisse sensiblement) et demande aux élèves d'essayer de faire moins de bruit, de parler moins fort. Le niveau sonore est un peu moins élevé.
45′56"– M^{me} $\mathcal{S}$ dit à JPG qu'elle va faire la mise en commun demain car les CE1 vont manquer d'attention.

Conclusion de la séance

55′19"– M^{me} $\mathcal{S}$ obtient l'attention des élèves et annonce que le problème n'est pas encore fini car personne ne lui a encore donné la solution, qu'ils sont encore en train de chercher, qu'ils continueront demain la recherche. Ils vont faire un paquet de leurs triangles et qu'ils vont les accrocher avec un trombone et marquer le nom de leur groupe sur un des triangles. Les élèves le font.
55′52"– Fin de la séance

B.1.3 *Triangles colorés*2(III) – vendredi 10 décembre

Notes informelles avant la séance

- M^{me} $\mathcal{S}$ s'est aperçue qu'elle n'avait pas compris le problème des rectangles et fait la remarque qu'il n'y a pas de dessin. Nous lui expliquons le principe du problème sans évoquer la solution.
- Nous apprenons qu'elle a passé un bac D puis obtenu une maîtrise de musique.

Reprise du problème

0′0."– Les élèves s'assoient en groupe, les tables étant déjà déplacées. Trois petits triangles sont accrochés les uns sur les autres au tableau mais ils ne sont pas utilisés et l'enseignante les décrochera pendant la constitution d'une famille de bicolores par les élèves. M^{me} $\mathcal{S}$ demande aux élèves qui lui tournent le dos de tourner la tête. Elle annonce qu'on va essayer de trouver la réponse à leur problème et demande ce qu'on cherche. Un élève interrogé répond qu'on cherche combien de triangles on peut faire avec des couleurs différentes. Elle reformule en précisant les couleurs et dit qu'on cherche le plus possible de triangles différents. Elle rappelle qu'ils avaient vu que certains étaient en double et qu'ils avaient dû les enlever. Elle continue en disant qu'elle a regardé leurs triangles, qu'ils ont trouvé beaucoup de choses et qu'ils va falloir trier un petit peu afin de voir s'il en manque ou pas et que c'est ce qu'ils vont faire aujourd'hui. Elle demande comment on peut les trier, qu'il faut qu'ils fassent un petit rangement dans les cartes. Elle demande qu'ils donnent leurs idées et qu'ils vont ensuite le faire chacun dans leur groupe.

Recherche collective/mise en commun d'une méthode de tri

1′0"– Une élève interrogée dit qu'on peut les étaler sur la table et donne l'exemple de deux triangles jaune, jaune, rouge. L'enseignante reprend ce qu'elle dit et termine en disant que ce seraient les mêmes, dit que ça a été fait et que, s'ils en trouvent, ils les enlèveront et que l'élève a raison

de donner l'idée de les étaler sur la table. Elle rappelle qu'elle veut qu'on les range et demande comment on peut faire pour les classer, les ranger.
2'1"– Une élève interrogée propose que l'enseignante leur donne les trois couleurs et qu'ils lui diront s'ils l'ont. L'enseignante répond qu'elle ne donne pas de réponse [la réponse de l'enseignante peut ne pas être comprise par l'élève qui ne demande pas à proprement parler une « réponse »].
2'14"– Un autre élève propose, plus ou moins clairement, de fixer une couleur (bleu) en bas et de chercher les autres couleurs. En demandant à une élève de dire si elle bien compris ce qu'il vient de dire, M^{me} $\mathcal{S}$ reformule en disant de prendre tous ceux qui ont du bleu en bas. Elle demande si c'est important de dire « en bas ou sur le côté ». Un élève dit non. Elle reprend le « non » de l'élève puis elle lui demande pourquoi et reformule sa question. L'élève répond que ce n'est pas important car « il peut avoir du bleu en bas et du bleu sur un côté » [l'élève parle probablement d'un triangle BBX]. Elle dit « oui, mais est-ce que c'est important de dire que le bleu est en bas ou sur le côté ». L'élève répond non. L'enseignante demande « pourquoi ce n'est pas important ? ». Une autre élève interrogée répond (inaudible). L'enseignante dit qu'elle ne comprend pas trop ce qu'elle dit et répète qu'elle voudrait savoir « si c'est vraiment important de mettre le bleu en bas, si on le met sur le côté, est-ce que ça change quelque chose ? ». Un élève répond que « si, parce que (inaudible) s'il y a du rouge et qu'il y a un bleu et bien on ne peut pas le prendre le... ».
3'44"– M^{me} $\mathcal{S}$ reprend en disant que l'on va chercher une autre idée pour trier, que l'on garde ça et que l'on va voir s'il y a une autre idée. Un élève interrogé propose de faire des familles avec ceux qui ont deux fois la même couleur et prend l'exemple BBR, l'enseignante reformule à la classe et donne un exemple rouge, rouge, bleu et demande un autre exemple. Un élève propose BBV. Elle acquiesce et leur dit de faire une famille avec ceux qui ont deux fois la même couleur.

Recherche : constitution d'une famille de bicolores

4'37"– Les élèves travaillent. M^{me} $\mathcal{S}$ écrit au tableau :

> deux fois la même couleur

Pendant que les élèves travaillent, l'enseignante affiche, dessous les mots précédents, 4 triangles vierges agrandis (env. 25cm de hauteur. Dans la suite de la séance, elle en ajoute au tableau à chaque fois qu'un élève vient en produire un. Nous ne le signalerons plus par la suite.) puis elle circule dans les rangs. L'enseignante intervient parfois dans des groupes mais nous n'avons aucune donnée sur ces interventions excepté au temps 5'20" où elle dit à un groupe d'étaler les triangles et lui rappelle la consigne.

Mise en commun

10'39."– M^{me} $\mathcal{S}$ tape dans ses mains et dit qu'on voit ensemble ce qu'ils ont trouvé. Elle demande qu'ils laissent leurs cartes, qu'ils se tournent. Elle annonce qu'on va mettre au tableau les triangles dont on va parler pour qu'on voit tous la même chose. Elle dit qu'ils vont dire ce qu'ils ont trouvé, qu'ils vont venir le faire au tableau. Elle demande qui vient en faire un au tableau.
11'13."– Un élève vient au tableau, elle lui montre les feutres et lui demande de faire une croix pour les couleurs . Elle demande si les élèves voient bien de loin, des élèves répondent oui. L'élève dessine un triangle BBR, elle annonce les couleurs pour la classe (bleu bleu rouge) et demande à un

élève de venir en faire un autre. L'élève , après avoir oublié une couleur, que l'enseignante lui a fait remarquer, fait un triangle VVR. M^{me} $\mathcal{S}$ dit les couleurs et commence à dire ce qu'ils peuvent faire avec leurs cartes... puis elle demande si d'autres élève avaient BBR. Des élèves répondent oui, elle leur demande de retourner la carte. Elle fait de même avec VVR.

deux fois la même couleur
BBR VVR

12′32."– M^{me} $\mathcal{S}$ appelle une élève au tableau. Des élèves discutent, elle leur dit qu'ils ont juste à retourner leur(s) carte(s), qu'ils n'ont pas à discuter. L'élève fait un triangle BVR, l'enseignante dit les couleurs. Des élèves disent « non ». Elle leur demande pourquoi. Les élèves disent oui, d'autres non. Elle demande pourquoi et demande à certains élèves qu'ils écoutent et arrêtent de discuter. Un élève dit qu'il y a plus de deux couleurs différentes, l'enseignante répète et demande à l'élève au tableau combien elle a mis de couleurs différentes. Elle répond trois. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle a demandé deux fois la même couleur dans le triangle et conclut qu'on enlève celui-là. Elle déplace le triangle sur le côté droit du tableau.

BVR
deux fois la même couleur
BBR VVR

13′58."– M^{me} $\mathcal{S}$ envoie un autre élève au tableau qui fait un triangle BBV. Elle dit les couleurs puis « on ne l'a pas celui-là ? » Des élèves répondent oui, d'autres non. Elle dit « Au tableau, on ne l'avait pas déjà fait, c'est bon ? Si vous l'avez, on le retourne » [le triangle n'a pas été déjà produit au tableau et est donc validé implicitement] et appelle une autre élève au tableau.

BVR
deux fois la même couleur
BBR VVR
BBV

14′26"– L'élève appelée fait un triangle VVB. M^{me} $\mathcal{S}$ envoie une autre élève au tableau et dit [parlant du triangle VVB] si vous l'avez, vous le retournez. L'enseignante ajoute un triangle vierge (idem pour les suivants) L'élève au tableau fait un triangle RRV.

BVR
deux fois la même couleur
BBR VVR
BBV VVB RRV

15′4e-1"– M^{me} $\mathcal{S}$ envoie un autre élève qui fait un triangle JJB. Elle appelle un autre élève.

BVR
deux fois la même couleur
BBR VVR
BBV VVB RRV
JJB

15′21."– L'élève vient au tableau et demande quelque chose à M^{me} $\mathcal{S}$ en montrant un feutre (inaudible). Elle lui répond « comme tu veux, avec l'idée que tu as ». Il fait un triangle JJV.

BVR

deux fois la même couleur

BBR	VVR	
BBV	VVB	RRV
JJB	JJV	

15′50."– M^{me} $\mathcal{S}$ envoie un autre élève au tableau et demande à un autre de chercher une idée pour le suivant. L'élève au tableau fait JJR. M^{me} $\mathcal{S}$ envoie un autre élève.

BVR

deux fois la même couleur

BBR	VVR	
BBV	VVB	RRV
JJB	JJV	JJR

16′40"– Avant que l'élève ait fini son triangle VVB, des élèves protestent. M^{me} $\mathcal{S}$ leur demande de le laisser finir et annonce les couleurs. Des élèves disent non et/ou qu'on l'a déjà fait. M^{me} $\mathcal{S}$ montre au tableau que c'est un double et met le triangle à l'écart sur le côté gauche du tableau.
17′6"– M^{me} $\mathcal{S}$ envoie au tableau l'élève prévenu précédemment qui fait un triangle VVJ. Elle envoie immédiatement une autre élève qui fait un triangle VVJ. M^{me} $\mathcal{S}$ dit les couleurs. Une autre élève vient au tableau et fait un triangle RRJ.

BVR

deux fois la même couleur

BBR	VVR		
BBV	VVB	RRV	RRJ
JJB	JJV	JJR	VVJ

18′10"– Un autre élève vient faire un triangle RJR [qui est donc identique à RRJ].

BVR

deux fois la même couleur

BBR	VVR		
BBV	VVB	RRV	RRJ
JJB	JJV	JJR	VVJ
			RJR

18′40"– M^{me} $\mathcal{S}$ demande à propos du triangle RJR si ça va ? Peu de réactions. Elle demande si cela ne leur dit pas quelque chose rouge rouge jaune [l'enseignante n'énumère pas les couleurs dans le même ordre que pour les autres triangles et cette énumération constitue donc une aide en plus clairement le triangle RRJ]. Des élèves disent « si ». Certains font le rapprochement avec VVJ. Elle demande s'il n'y en a pas un autre RRJ. Des élèves disent non. M^{me} $\mathcal{S}$ demande à un élève de venir le montrer. L'élève le montre. L'enseignante translate le triangle RJR à côté du triangle RRJ et elle demande si ce sont les mêmes. Des élèves répondent non, une élève précise qu'il y a un rouge à côté. L'enseignante prend le triangle RJR et le tourne au tableau en disant

« Et si je fais ça ? » [elle le tourne contre elle afin de déplacer la pâte adhésive au dos du triangle ce qui fait que les élèves ne saisissent pas forcément bien la manipulation effectuée]. Des élèves disent oui. Elle demande « Est-ce que c'était les mêmes ? ». des élèves disent non et d'autres disent oui. Elle interroge (l'enseignante semble surprise des réponses négatives) « ça (elle montre les deux triangles), c'était les mêmes !? ». Les réponses des élèves sont mitigées. L'enseignante ajoute aussitôt « Alors si je le mets comme ça (l'enseignante retourne le triangle RJR à plat au tableau), c'est bien les mêmes parce que mon triangle, je peux le retourner. Vous aussi, vous pouvez les retourner. ».

`19′2"`– M^{me} $\mathcal{S}$ dit que ce sont les mêmes. Elle tourne à nouveau le triangle RJR et demande « Et si je le mets comme ça ? Est-ce que ça et ça, c'est le même ? » Les réponses sont majoritairement négatives (l'enseignante semble surprise de la réponse). Elle ajoute « ah bon ? ben pourtant... (elle retourne à nouveau le triangle pour le mettre dans la même position que RRJ) ». Des élèves disent oui. Elle dit « . . . Il ressemble quand même ? ». Une élève dit oui. Elle poursuit « . . . C'est le même parce que je peux le retourner. » puis elle conclut en disant qu'on peut avoir l'impression qu'ils sont différents mais qu'il faut penser qu'on peut les retourner et que donc ça fait exactement la même chose, qu'ils doivent faire attention (elle place le triangle RJR à l'écart sur l'extrême gauche du tableau).

`19′28"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande à un élève de venir en faire un, il fait BBJ. Elle dit les couleurs.

				BVR
deux fois la même couleur				
BBR	VVR			
BBV	VVB	RRV	RRJ	
JJB	JJV	JJR	VVJ	
			BBJ	

Classer les triangles bicolores

`19′52"`– M^{me} $\mathcal{S}$ annonce qu'avant de continuer, qu'elle aimerait bien qu'on mette un petit peu d'ordre là-dedans (elle montre le tableau), qu'elle voudrait en grouper certains, les ranger et demande ce qu'elle pourrait faire comme famille. L'élève au tableau répond les rouges, les verts, les bleus, les jaunes. Elle dit « C'est à dire ? les rouges. . . ». L'élève en montre deux qui ont deux parties rouges. L'enseignante dit « Tous ceux qui ont rouge rouge ? ». Il acquiesce. Elle « regroupe » RRV et RRJ en les remontant d'une ligne au tableau et renvoie l'élève à sa place.

				BVR
deux fois la même couleur				
BBR	VVR	RRV	RRJ	
BBV	VVB			
JJB	JJV	JJR	VVJ	
			BBJ	

L'élève dit (pas très fort) « On met tous les jaunes ensemble » mais l'enseignante demande à une autre élève lesquels doit-elle mettre ensemble maintenant. Celle-ci répond « Les verts ». M^{me} $\mathcal{S}$ dit « Les verts verts ? ». L'élève acquiesce. L'enseignante met ensemble VVB, VVJ, VVR

				BVR
deux fois la même couleur				
		RRV	RRJ	
VVB	VVJ	VVR		
JJB	JJV	JJR		
			BBJ	

Elle tient BBR et BBV dans sa main et dit « Je vais faire une ligne avec… », des élèves complètent « bleus ». Elle dit « Les bleus bleus » et place BBJ et BBR au tableau (elle garde BBV dans sa main).

				BVR
deux fois la même couleur				
		RRV	RRJ	
VVB	VVJ	VVR		
JJB	JJV	JJR		
BBJ	BBR			

Elle désigne ensuite les « jaunes » au tableau (qui sont déjà regroupés sur une ligne). Elle résume en désignant chaque ligne de triangles au tableau « ceux qui ont deux fois le rouge [2 triangles], deux fois le vert [3 triangles], deux fois le jaune [3 triangles], deux fois le bleu [2 triangles] ». Elle déplace ensuite latéralement sur la gauche les deux triangles RRV et RRJ.

			BVR
deux fois la même couleur			
RRV	RRJ		
VVB	VVJ	VVR	
JJB	JJV	JJR	
BBJ	BBR		

Combien manque-t-il de triangles ? Lesquels ? Incursion dans les monocolores

`21'5"`– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande combien il en manque à leur avis [la disposition au tableau constitue une aide importante pour trouver la réponse s'il s'agit des bicolores car il est relativement facile d'en déduire que deux lignes de triangles sont incomplètes et de trouver les triangles RRB et BBV qui manquent]. Quelques élèves proposent des réponses (la plupart inaudibles). À la demande de l'enseignante, un élève répète sa proposition : deux. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ lui demande de venir en faire un au tableau puis se rend compte qu'il lui en restait un dans la main [c'est le BBV] qu'elle avait oublié de mettre et qu'elle place à la fin de la ligne des bleus [ce qui fait 3 triangles].

			BVR
deux fois la même couleur			
RRV	RRJ		
VVB	VVJ	VVR	
JJB	JJV	JJR	
BBJ	BBR	BBV	

Elle demande la couleur qu'aura « celui qui manque ». Un élève répond rouge. Une élève interrogée répond RRB. L'élève au tableau fait le triangle et l'enseignante le place sur la ligne des rouges (en haut du tableau et inaccessible pour l'élève) [la famille des bicolores est donc complète].
`21'60"`– Mme $\mathcal{S}$ demande si des élèves en ont d'autres et envoie une élève au tableau. L'élève fait VV, regarde les triangles au tableau et complète en VVV. Mme $\mathcal{S}$ dit « Ah ! » (ton de surprise), décrit les couleurs puis dit qu'elle a deux fois vert et... Des élèves complètent par ...vert. Elle dit qu'on n'a pas deux fois la même couleur mais combien de fois... Des élèves complètent par « trois ». Mme $\mathcal{S}$ conclut que ça va faire une autre famille et demande si quelqu'un a une autre idée pour cette famille (elle montre les bicolores puis déplace le VVV au milieu du tableau à l'écart des bicolores qui sont sur la gauche).
`22'33"`– Un élève interrogé va au tableau et fait BBB. Mme $\mathcal{S}$ dit que celui-ci est encore dans l'autre famille (celle des monocolore) et le déplace au tableau sous le VVV. Elle demande si quelqu'un a encore un triangle qui irait avec cette famille (elle montre les triangles bicolores). Une autre élève va au tableau, fait VVR (regarde les triangles déjà faits avant de mettre le rouge) puis elle dit qu'on peut le retourner et qu'il y est déjà. L'enseignante répète ce que dit l'élève à la classe et ajoute « Tu me connais bien hein ! ». Mme $\mathcal{S}$ retourne le triangle et dit que ça fait la même [l'exhaustivité des bicolores n'est pas discutée].
`23'52"`– Une élève dit qu'elle est d'accord que le triangle soit le même et ajoute que l'enseignante ne leur avait pas dit de retourner les cartes. Mme $\mathcal{S}$ demande si elle avait dit qu'ils n'avaient pas le droit de les retourner et ajoute qu'ils en avaient parlé une fois et qu'ils n'y ont peut-être pas pensé, qu'elle n'avait pas interdit de retourner les cartes, qu'ils peuvent les retourner sur leur table. Elle place le dernier triangle produit à l'écart à l'extrême droite du tableau.

Compléter les monocolores

`24'26"`– Mme $\mathcal{S}$ poursuit en demandant de s'occuper de cette famille [celle des monocolores qui contient déjà VVV et BBB]. Elle demande si des élèves ont des triangles pour cette famille et si oui demande de les mettre de côté. Elle demande ce qu'elle met comme titre à la famille. Des élèves disent « trois fois la même » (qui renvoie à « deux fois la même ». Un élève dit « trois fois bleu », l'enseignante dit « pas forcément bleu » et redit « la même couleur », l'élève répète. On a alors au milieu du tableau (sur l'extrême droite, on a toujours BVR et VVR) :

trois fois la même couleur	
VVV	BBB

`25'2"`– Mme $\mathcal{S}$ demande qui a une idée pour compléter. Une élève vient au tableau faire JJJ. L'enseignante circule vers le fond de la classe et fait une aparté avec un groupe en demandant si cette famille était facile. Les élèves disent oui. Elle demande s'ils les avaient trouvés, ils font signe que non. Elle dit qu'il fallait y penser. Mme $\mathcal{S}$ demande s'il y en a d'autres dans cette famille. Une élève vient faire RRR [ce qui complète la famille].

trois fois la même couleur	
VVV	BBB
JJJ	RRR

`25'41"`– Un autre élève vient au tableau qui se rend compte que JJJ y était déjà et qu'il n'a plus d'idée. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'on a fait VVV, BBB, JJJ, RRR et demande à un élève qui lève la main ce qu'il va mettre. Il n'a pas de réponse. Elle interroge une autre élève qui répond . L'enseignante demande si on a le droit d'utiliser le noir, des élèves répondent que non. Elle ajoute qu'on pourrait faire noir, violet, orange mais que ce ne serait plus l'exercice, qu'on avait quatre couleurs et donc qu'on les a déjà. Une élève demande la parole à l'enseignante.

Compléter les tricolores

`26′33"`– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ montre la « première famille » (les bicolores à gauche du tableau) et annonce 12 triangles, la seconde (les monocolores du milieu du tableau) avec 4. Elle dit qu'ils leur reste des triangles. Des élèves répondent non. Elle demande si on a tout utilisé. Des élèves répondent non, d'autres oui. Elle demande comment on pourrait appeler la dernière famille de ce qu'il leur reste. Un élève propose « famille d'une couleur ». Elle demande si c'est d'une seule couleur. Un élève propose « de toutes les couleurs », un autre « de trois couleurs ». M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit « la famille qui a trois couleurs différentes » et qu'on va faire cette famille. Elle déplace le triangle VVR sur la gauche du tableau, la partie droite est réservée à la dernière famille. L'enseignante annonce qu'ils en ont déjà un (BVR déjà produit précédemment dans la séance).

trois couleurs différentes
BVR

`27′16"`– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande si ceux qui ont trois couleurs différentes sont étalés sur leur table et demande aux élèves de mettre les autres (bicolores et monocolores) de côté. Les élèves le font.
`30′8e-1`– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande l'attention des élèves et demande à une élève de venir au tableau. Elle fait JRB, l'enseignant demande aux élèves s'ils l'ont. Elle envoie une autre élève au tableau qui fait BJV. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ rappelle qu'on peut les retourner.

trois couleurs différentes	
BVR	BJV
JRB	

`31′26"`– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ envoie une autre élève au tableau qui fait un triangle VJB. Des élèves montrent leur désapprobation. L'enseignante prend les deux triangles, décrit les couleurs dans le même ordre et demande si ce sont les mêmes. Des élèves disent non, quelques-uns disent oui. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit que ce ne sont pas les mêmes parce qu'en haut (le vert est alors en bas) ils ne sont pas mis dans le même ordre et qu'elle les garde.

trois couleurs différentes	
BVR	BJV
JRB	VJB

`32′46"`– Un autre élève est envoyé au tableau et fait VJR. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande si on a d'autres VJR. Des élèves disent non.

trois couleurs différentes	
BVR	BJV
JRB	VJB
	VJR

`33′16"`– Un autre élève est envoyé au tableau. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande à une élève de poser ses crayons. L'élève au tableau a fini son BRV, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande aux élèves s'il y a un autre BRV. Certains élèves disent oui, d'autres non. Elle demande aux élèves de regarder avant de répondre, demande si un autre a ces trois couleurs (réponses inaudibles) et dit que c'est le cas. Elle demande aux élèves s'ils peuvent laisser leurs crayons tranquilles, qu'ils n'en ont pas besoin.

trois couleurs différentes	
BVR	BJV
JRB	VJB
BRV	VJR

`34′28"`– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ a isolé les deux triangles BVR et BRV demande si les deux triangles sont bien différents. Réponses oui/non. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ indique qu'il y a BR pour l'un (couleurs « en haut » du triangle) et RB pour l'autre et que le vert est en bas. L'enseignante change JRB de place. Une élève veut qu'on le retourne, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande comment (elle tourne de 120°), demande si elle doit aussi tourner l'autre. L'élève dit que c'est pour bien regarder, qu'elle pensait que c'était un peu le même avec les mêmes couleurs. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande pourquoi ils se ressemblent. Une élève dit qu'il y a B,R,V. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ reprend en disant qu'il y a les trois mêmes couleurs mais qu'elles ne sont pas tout à fait dans le même ordre, que les triangles se ressemblent mais qu'ils sont différents. Elle les déplace sur le tableau.

trois couleurs différentes	
BVR	BJV
BRV	VJB
	VJR
	JRB

`35′23"`– Un autre élève vient au tableau faire un triangle JRV [déjà présent au tableau]. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande si on en d'autres (identique à ce JRV). Des élèves disent oui. Elle montre l'autre, les met côte à côte en tournant l'un (pour mieux voir que ce sont les même) et demande s'ils sont bien différents. Des élèves disent oui, des élèves disent non. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ montre et énonce une par une les couleurs identiques dans chaque triangle placé avec la même orientation et demande s'ils sont pareils. Des élèves disent oui, d'autres non. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'elle l'enlève, que c'est un double et le place à gauche du tableau avec les doublons qui y sont déjà.

trois couleurs différentes		
BVR	BJV	
BRV	VJB	
VJR		
		JRB

`36′37"`– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ montre un triangle, dit qu'elle voudrait qu'on en fasse un avec ces trois couleurs-là (elle montre le triangle VJR qui vient donc d'être discuté) mais qui soit différent. Une élève va au tableau et fait un VJR (l'orientation du triangle telle que proposée par l'élève ne permet pas immédiatement de conclure). M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande s'il est différent. Un élève dit que non. L'enseignante dit qu'on va le tourner. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ montre les couleurs qui se correspondent en énonçant les couleurs et demande si elle le garde ou pas. Des élèves répondent non, elle le place à gauche du tableau avec les doublons.

37′33″– Un autre élève est envoyé au tableau et fait un JVR. M^{me} $\mathcal{S}$ fait la comparaison comme précédemment entre les deux triangles et demande si elle le garde ou pas. Des élèves répondent oui. Elle dit qu'ils ont la même couleur mais qu'ils ne sont pas disposés « pareils ».

trois couleurs différentes	
BVR	BJV
BRV	VJB
VJR	JRB
JVR	

38′19″– M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle entend qu'il n'y en a plus. Elle demande s'il n'y en a plus ou s'il y en a encore. Réponses oui/non. Elle demande à une élève avec quelles couleurs. L'élève propose V, B, R [les deux triangles possibles sont déjà au tableau]. L'enseignante répète les couleurs et lui demande de venir au tableau. Elle précise, en les montrant, qu'il y en a déjà deux avec V, B, R, lui montre et lui demande de faire attention, de bien les regarder pour ne pas faire la même chose. L'élève fait VBR. M^{me} $\mathcal{S}$ annonce qu'on va regarder si on a un double avec les deux autres VBR.
39′35″– Une élève chuchote que c'est pareil. L'enseignant confirme en montrant l'ordre identique des couleurs au tableau. Les élèves acquiescent.
39′45″– M^{me} $\mathcal{S}$ demande si elle peut en faire un autre avec vert, rouge, bleu. Réponses oui/non. L'élève qui vient de retourner à sa place dit oui, l'enseignante lui demande de venir montrer au tableau. Elle précise qu'il faut faire attention, qu'on peut les retourner, lui demande si elle s'en souvient. Une fois que l'élève a fini, l'enseignante lui demande de le retourner et de les mettre côte à côte et de voir si c'est pareil. L'élève constate que oui, l'enseignante demande à la classe si on peut en faire un différent avec vert, rouge, bleu. Réponses mitigées des élèves. Elle dit qu'on ne peut pas, qu'on va retomber sur les mêmes.
41′12″– Une autre élève est envoyée au tableau. M^{me} $\mathcal{S}$ demande à un autre élève de laisser ses feutres. L'élève fait BRJ [qui n'a pas encore été proposé et qui complète la collection des tricolores et aussi la collection complète]. L'enseignante demande si on a un autre BRJ. Elle demande à l'élève de regarder. L'enseignante demande de voir si c'est le même puis elle mène la vérification et demande si on le garde. Des élèves répondent oui/non. Elle dit que ce n'est pas le même, qu'on le garde. Au fur et à mesure, M^{me} $\mathcal{S}$ replace les triangles en les groupant plus ou moins par triplet de couleurs sans le dire aux élèves.

trois couleurs différentes	
BVR	BJV
BRV	VJB
VJR	JRB
JVR	BRJ

42′37″– M^{me} $\mathcal{S}$ demande à une élève quelles sont les couleurs qu'elle veut utiliser. L'élève répond bleu, vert, jaune. L'enseignante demande combien on a déjà de bleu, vert, jaune. Des élèves répondent deux. L'enseignante rappelle que précédemment (avec VBR, elle montre les exemplaires au tableau), on ne pouvait en faire que deux. Elle demande à l'élève au tableau combien on va pouvoir en faire avec les nouvelles couleurs, à son avis. L'élève répond deux, l'enseignante confirme et demande en montrant des exemplaires au tableau pour rouge, vert, jaune. Des élèves disent deux. Elle fait de même avec le dernier triplet de couleurs bleu, rouge, jaune.

Conclusion de la séance

43′11"– Elle demande si on les a tous trouvés maintenant. Une majorité d'élèves disent oui, certains disent non. Elle demande combien on en a trouvé tout en montrant au tableau : une élève dit 8 [ce qui correspond sans doute pour lui à la famille des tricolores], une élève dit 24 ce que reprend l'enseignante.

43′34"– M^{me} $\mathcal{S}$ dit que certains avaient trouvé 32 et dit que ça veut dire qu'ils avaient fait des… Des élèves complètent par « doubles ». Elle confirme et dit que ceux qui en avaient trouvé 15 avaient peut-être oublié des familles. Elle dit que certains avaient oublié une famille qu'elle montre au tableau (famille unicolore et famille avec deux couleurs différentes).

43′54"– M^{me} $\mathcal{S}$ reprend et demande comment on a fait pour être sûr qu'on en avait pas oublié. Elle attire l'attention d'un élève, demande de laisser les cartes et repose sa question. Un élève dit qu'on les a placé en famille. L'enseignante reformule et ajoute qu'on y voit plus clair, qu'on se trompe beaucoup moins et qu'il faut encore faire attention aux doubles. Elle demande si on a répondu au problème. Des élèves répondent oui. Elle demande ce qu'était le problème.

44′22"– Une élève dit « trouve le plus de triangles ». L'enseignante reprend « le plus de triangles possibles » et ajoute qu'on a trouvé le plus de triangles possibles, qu'on en a trouvé 24. Une élève commence une phrase peu audible « nous, on en a trouvé… ».

44′38"– M^{me} $\mathcal{S}$ demande d'empiler leurs cartes, de remettre les tables, de retourner à leur place. Ce sont les élèves qui rangent les tables.

Notes informelles après la séance M^{me} $\mathcal{S}$ nous demande si nous sommes passé à l'école de M^{me} $\mathcal{R}$. Nous répondons que nous y allons la semaine d'après.

B.1.4 *Tours*(III) – mardi 1 mars

Durée env 1h.
Nous n'avons pas de note informelle relative à cette séance.

Présentation du problème

0"– Les élèves sont en groupe de 3 ou 4. Chaque groupe dispose d'une feuille A3 par groupe et de 4 crayons de couleur (bleu, vert, rouge jaune). M^{me} $\mathcal{S}$ demande aux élèves de poser leurs crayons. Elle dit qu'ils vont faire des tours avec des cubes, qu'on va imaginer faire une tour avec des cubes, un cube rouge, un bleu, un vert, un jaune. Elle ajoute qu'on va les empiler, les mettre les uns par dessus les autres pour faire une tour. Elle montre en exemple ses cubes (un de chaque couleur, chacun de la grosseur d'un poing) et montre un empilement de 4 cubes (de bas en haut : RVJB). M^{me} $\mathcal{S}$ demande qui veut venir la dessiner au tableau et elle accroche une feuille A3 au tableau.

0′55"– Une élève vient au tableau et dessine la tour. L'enseignante demande aux élèves s'ils sont d'accord. La plupart disent oui, certains disent non. Elle sollicite un élève qui n'est pas d'accord. Il dit qu'il manque un cube. L'enseignante montre l'emplacement et explique qu'il s'agit du jaune, qu'on ne le voit pas très bien de loin mais qu'il est bien là.

(Au tableau, les tours sont coloriées et placées avec leur plus grande longueur verticalement. Nous reprenons le codage déjà utilisé avec les couleurs énumérées de bas en haut.)

RVJB

2′20"– M^{me} $\mathcal{S}$ annonce qu'ils vont devoir faire plein de tours différentes avec ces 4 cubes. Elle dit qu'elle en a fait une, mais qu'elle aurait pu faire autrement. En tenant les 4 cubes dans ses mains, elle prend le cube bleu en haut de la tour et le place en dessous. Elle dit qu'elle peut changer l'ordre des cubes. Elle le remet en haut de la tour. Suite à une aparté d'un élève, elle dit qu'il ne faut pas en trouver une autre, mais en trouver le plus possible, qu'on en a trouvé une. Elle demande qu'ils lui en trouvent d'autres et qu'il lui dessine sur leur feuille.

Recherche des élèves

2′54"– Le bruit commence à monter dans la classe, M^{me} $\mathcal{S}$ attire l'attention des élèves et rappelle que, lors d'un travail de groupe, on est obligé de discuter avec les élèves du groupe mais en chuchotant, sinon ça va faire beaucoup trop de bruit.
3′5"– Les élèves cherchent (les élèves se répartissent les crayons ou bien dessinent une tour à tour de rôle). M^{me} $\mathcal{S}$ circulent dans les rangs, observe et intervient auprès de quelques groupes.
5′39"– M^{me} $\mathcal{S}$ tape dans ses mains pour attirer l'attention des élèves, demande aux élèves qu'ils fassent un effort pour parler moins fort car il y a beaucoup trop de bruit. Elle demande qu'ils chuchotent.
6′13"– M^{me} $\mathcal{S}$ attire à nouveau l'attention des élèves, dit qu'on aurait pu faire autrement, mais qu'il faut que les cubes soient les uns sur les autres (elle vient de voir un groupe faire un "t" à l'envers). Elle passe ensuite dans les rangs et distribue des feuilles aux élèves quand ils n'ont plus de place sur leur feuille (certains élèves s'arrêtent de chercher quand la place manque).

Première mise en commun

25′55"– M^{me} $\mathcal{S}$ tape dans ses mains et dit aux élèves de poser leurs crayons, qu'ils vont voir ensemble ce que les autres ont trouvé. Elle réitère ses consignes et ajoute que plusieurs groupes ont dit qu'ils ont terminé. Elle demande ce que cela veut dire d'avoir terminé son exercice, son problème. Un élève répond que ça veut dire qu'on a trouvé toutes les solutions, elle le redit à la classe. Elle ajoute que des groupes lui disaient avoir terminé car ils n'avaient plus de place sur la feuille. Elle demande si c'est une bonne réponse Des élèves répondent non, elle confirme en disant que la maîtresse peut donner une autre feuille. Un élève dit qu'on peut la retourner, elle confirme.
26′59"– M^{me} $\mathcal{S}$ demande comment elle peut être sûre qu'elle a fait toutes les tours possibles. Un élève propose de réunir toutes les feuilles. Elle demande pourquoi. L'élève dit que c'est pour voir si ce sont les mêmes. propose que c'est pour avoir le plus possible de différentes.
27′16"– Elle interroge un autre élève . Il répond (inaudible) puis elle dit « pour pouvoir les mettre toutes ensemble » et ajoute « mais c'est ce que vous avez sur votre feuille, elles sont toutes ensemble sur votre feuille ».

Faire comme pour le problème *Triangles colorés*

`27′38"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande s'ils se souviennent du problème avec les petits triangles (séances du 9 et 10 décembre). Des élèves disent oui. Elle demande ce qu'ils avaient fait quand on avait cherché toutes les solutions au tableau. Une élève répond en évoquant les « familles ». L'enseignant rappelle l'attention d'un élève et demande à l'élève précédente de répéter. L'élève répète qu'ils avaient fait des familles, qu'on les avait classé(e)s pour être sûr de ne pas en oublier. Elle ajoute « Peut-être qu'avec les tours, on pourrait faire pareil, essayer de les classer pour être sûr de ne pas en avoir oubliées ». Elle continue en disant qu'ici, on ne pourrait pas les déplacer car elles sont sur la même feuille et qu'il faut se débrouiller autrement. Elle demande comment on pourrait faire pour les classer.
`28′34"`– Un élève propose de couper « chaque forme tout autour d'une forme ». L'enseignante dit qu'ils pourraient les couper et demande comment on pourrait faire autrement. Un autre élève propose « on fait par exemple tous ceux avec les verts qui sont en bas, on les trie par couleur ». L'enseignante acquiesce et fait remarquer que les tours ne peuvent pas bouger sur la feuille, qu'elle veut bien qu'on les coupe mais que ça va être long.
`29′9"`– Un élève propose de les refaire encore une fois, M^{me} $\mathcal{S}$ le redit à la classe mais dit « peut-être car ça va être long aussi ».
`29′17"`– Un autre élève (Clément) propose de mettre une croix de couleur... (suite inaudible). M^{me} $\mathcal{S}$ dit que ce serait mieux de couper chaque tour pour pouvoir les trier et que c'est peut-être ce qu'on va faire quand même. Elle demande si tous ont entendu ce qu'a dit l'élève qui a évoqué le tri, elle demande ce qu'on peut mettre ensemble par exemple. Une élève reprend l'idée avec un cube rouge en bas. M^{me} $\mathcal{S}$ redit l'idée en s'appuyant sur la tour au tableau (qui a un carré rouge en bas).
`30′1"`– M^{me} $\mathcal{S}$ continue en disant qu'ils vont découper leur tours, mais qu'elle va leur expliquer comment pour que ça se fasse assez vite : il ne faut pas « s'appliquer » et elle montre en commentant un découpage approximatif d'une tour. Elle demande aux élèves de découper les tours et de « les trier pour voir si on a bien tout trouvé ».

Deuxième recherche : découpage et tri partiel des tours

`30′41"`– Les élèves découpent et trient (M^{me} $\mathcal{S}$ aide un groupe dont les tours se touchent). Elle dit aux élèves qu'il y a trop de bruit et leur demande de chuchoter. Elle circule dans les rangs et parle (inaudible la plupart du temps, elle rappelle quelques fois la consigne) avec certains groupes.

Deuxième mise en commun : les doubles, les tours retournées

`40′33"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande aux élèves d'écouter à nouveau. Elle dit qu'ils ont tous découpé et qu'ils ont commencé à trier.
`40′56"`– M^{me} $\mathcal{S}$ dit que des élèves disent qu'ils ont des doubles. Elle demande à une élève de lui en donner, elle les prend et retourne au tableau d'où elle les montre en disant les couleurs (RVJB en partant du bas). Elle conclut que ce sont donc les mêmes et dit que l'élève pourrait/voulait (peu audible) les mettre à la poubelle. M^{me} $\mathcal{S}$ retourne une des tours et demande si ce sont les mêmes. Des élèves répondent non, elle confirme et demande si ce sont des doubles. Des élèves répondent non, elle conclut qu'il faut donc les garder, que ça fait deux différents. Elle reprend en disant que s'ils pensent que ce sont les mêmes, qu'ils faut qu'ils pensent à retourner leurs tours. Elle demande

à un élève de poser ses ciseaux.
42′14"– M^{me} $\mathcal{S}$ demande à quoi ça sert de faire des familles maintenant qu'ils ont découpé les tours. Une élève dit que ça va plus vite pour regarder si ce sont les mêmes formes, prend un exemple de deux tours avec une base bleue et explique que « ça va » (ici, les tours sont différentes). M^{me} $\mathcal{S}$ dit que oui ce n'est pas la même et demande à quoi ça sert aussi de faire des familles. Un élève interrogé dit qu'on peut regarder plus facilement s'il y a des doubles, des figures qu'on peut retourner. L'enseignante le répète.
43′8"– M^{me} $\mathcal{S}$ demande à quoi sert le fait de mettre celles qui ont du rouge en bas, celles qui ont du jaune en bas, celles qui ont du vert en bas, celles qui ont du bleu. Une élève interrogée répond que c'est pour regarder si on n'en a pas oubliées. M^{me} $\mathcal{S}$ confirme et dit qu'elle va les laisser chercher un petit peu et qu'on verra ensemble ce qu'ils ont trouvé, qu'ils vont essayer encore de compléter.

Troisième recherche : compléter les familles

43′34"– Les élèves travaillent (d'après nos rapides observations, tous les élèves n'appliquent pas la consigne de la couleur du bas ou bien se mélangent avec des groupes de 2 tours identiques à un demi-tour près).

Troisième mise en commun

51′58"– M^{me} $\mathcal{S}$ demande aux élèves de poser leur crayon (L'enseignante vient d'accrocher une feuille A3 au tableau) et annonce qu'on va chercher toute la famille des triangles qui ont du rouge en bas. Elle demande le silence et l'attention des élèves.
52′27"– Elle dit qu'elle en a déjà une (RVJB du début de la séance). Elle colorie au feutre une base rouge (le contour d'un rectangle). Une élève interrogée propose JBV. L'enseignante colorie les représentations des cubes.

(Au tableau, les tours sont coloriées et placées avec leur plus grande longueur verticalement. Nous reprenons le codage déjà utilisé avec les couleurs énumérées de bas en haut.)

RVJB RJBV

53′1"– M^{me} $\mathcal{S}$ colorie au feutre une base rouge et demande si elle peut en faire une autre qui commence par rouge et jaune. Elle colorie au feutre un cube jaune au dessus du rouge (base RJ). Des élèves répondent oui. Une élève interrogée propose JVB. L'enseignante fini de colorier la tour commencée par VB [elle considère ainsi que le J annoncé par l'élève est le J déjà colorié]. Sans rien dessiner cette fois, M^{me} $\mathcal{S}$ demande si elle peut en faire une autre qui commence par rouge et jaune [il n'y en a pas d'autre]. Des élèves répondent non, d'autre oui. Elle dit "oui ?", des élèves répondent non, elle demande si quelqu'un a une idée pour commencer par rouge et jaune. Aucun élève ne propose.

RVJB RJBV RJVB

53′36"– M^{me} $\mathcal{S}$ dessine une base RV (à gauche de la tour à base RV du début de la séance) et demande si elle peut en faire une autre qui commence par rouge et vert. Des élèves disent oui. Un élève interrogé propose BJ.

RVBJ RVJB RJBV RJVB

53′50"– M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ dit en montrant les tours au tableau qu'elle a commencé par rouge-vert [famille maintenant complète], par rouge-jaune [famille déjà complète] et que maintenant elle peut commencer par... Un élève complète « par rouge-bleu ». Elle dessine une base RB (cette fois à droite des tours de base RJ, dans un coin plus spacieux, sur la deuxième feuille). Une élève complète la tour en proposant V et un autre J. L'enseignante colorie au tableau

RVBJ RVJB RJBV RJVB RBVJ

54′22"– M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ demande si elle peut en faire une autre. Des élèves répondent oui. Elle demande l'attention d'une élève et complète « un autre qui commence par rouge-bleu ». Des élèves disent oui, elle dessine une base RB. Un élève complète par JV. Elle le dessine et demande si on peut en faire d'autres qui commencent par rouge. Des élèves répondent non, d'autres oui. Elle s'étonne. Des élèves disent oui, elle acquiesce et dessine une base rouge. Un élève propose de compléter par VJB. M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ dessine. Des élèves ne sont pas d'accord, M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ dit qu'elle est déjà là en la montrant au tableau. Elle barre celle qu'elle vient de dessiner.

RVBJ RVJB RJBV RJVB RBVJ RBJV RVJB *(le dernier est barré car déjà fait)*

Conclusion de la séance : des élèves plus ou moins convaincus

55′24"– M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ demande si elle peut en faire une autre qui commence par rouge. Des élèves disent oui/non. Elle leur demande de bien réfléchir. Un élève interrogé propose RBVJ, l'enseignante la montre au tableau.
55′44"– M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ dit aux élèves qu'on a fait celles qui commençaient par RV, par RJ, par RB (elle montre un exemplaire de chaque au tableau) et demande si on pouvait commencer autrement. Des élèves répondent non. Elle montre l'ensemble des tours à base rouge et demande si elle en a d'autres ici, des élèves répondent non. Elle confirme en disant qu'elle croit qu'elle a tout trouvé et demande combien elle en a trouvé qui commence par du rouge. Une élève répond 6. M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ demande combien elle va trouver de tours si elle commence par du bleu. Une élève répond 6. Elle fait de même avec les couleurs verte et jaune. Elle demande combien il y a de solutions. Un élève répond 24, elle confirme en le répétant.
56′34"– M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ conclut en disant que lors de la prochaine séance, ils essaieront tous, chacun à leur place, de les trouver.
56′50"– Fin de la séance

Notes informelles après la séance

– M$^{\text{me}}\,\mathcal{S}$ a été surprise que les élèves réinvestiraient rapidement le classement vu pour les *Triangles colorés* et dit qu'elle ne savait pas quoi faire.

- Elle dit les CE1 restent dans leurs « problèmes de CE1 » : tailler les crayons, on s'arrête quand il n'y a plus de place.
- Nous disons que ce peut-être intéressant de voir si la grille des comptes-rendus aide à voir quelque chose et proposons qu'on fasse le compte-rendu à deux par téléphone car je ne peux pas venir. Nous convenons du moment : 9h30-1 mercredi 2 mars (voir page page 348 pour les notes prises lors de l'entretien téléphonique).

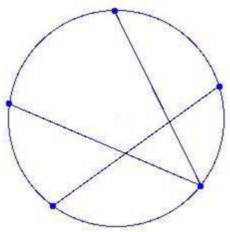
B.1.5 *Cordes*(III) – mardi 10 mai

Durée approximative : 45 min.

Notes informelles avant la séance M^me $\mathcal{S}$ nous dit qu'elle avait oublié que nous venions ce jour et qu'elle s'en est rappelé la veille.

Présentation du problème – cas général

`0'0"`– Les tables doubles sont face à face quand les élèves sont entrés dans la classe. Ils sont assis par groupe de 3 ou 4. Les groupes sont formés par l'enseignante. M^me $\mathcal{S}$ explique d'elle va expliquer le petit problème et qu'ensuite elle va les laisser chercher en groupe. Elle rappelle rapidement comment travailler en groupe : on est obligé de parler ensemble, on a le droit de parler ensemble mais on essaie de ne pas parler fort parce que sinon ça fait beaucoup trop de bruit. Elle va les laisser chercher et ensuite on essaiera d'écouter quelques groupes, il y a quelques groupes qui viendront dire comment ils ont cherché, s'ils ont trouvé des choses, comment ils ont fait pour essayer de trouver une réponse au problème. Donc, il y a une personne par groupe qui viendra expliquer. Par exemple, dans ce groupe-là (qu'elle désigne), il va falloir choisir une personne entre vous. Dans chaque groupe, il faut choisir une personne qui viendra expliquer ce qui aura été fait dans le groupe. Ensuite, on essaiera de comprendre ensemble ce que chaque groupe explique. Elle découvre la partie du tableau qui était cachée.
`1'15"`– Le problème est écrit dessus, elle demande de le regarder et dit qu'on va (l'?)expliquer ensemble.



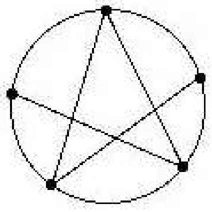
A partir des points placés sur un cercle, est-ce que je peux compter toutes les cordes ?

`1'41"`– M^me $\mathcal{S}$ va au fond de la classe, demande à un élève de se retourner pour regarder. Elle retourne au tableau et redessine au feutre les petits ronds qui représentent les points situés sur le cercle.
`2'5"`– M^me $\mathcal{S}$ demande s'il y a un mot ou des mots qu'ils ne comprennent pas. Une élève dit « cordes ». L'enseignante reprend le mot et demande si certains pensent avoir compris ce que ce mot signifie, si certains ont pu deviner. Un élève dit que ce sont des traits. L'enseignante dit

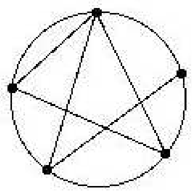
qu'en mathématiques, on ne dit pas des traits mais des... Un élève interrogé complète par « des segments ». M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'une corde est un segment qui va d'un point du cercle à un autre point. Elle montre au tableau sur un des segments déjà tracés qui « va d'un point jusqu'à un autre point ». Elle montre l'énoncé en disant qu'on aurait pu écrire *segment* mais que « le vrai mot mathématique » est le mot *corde*.

Présentation du problème – cas particuliers

`2'52"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande ce qu'il faut chercher. Un élève interrogé dit « combien il y a de cordes ». L'enseignante dit qu'on essaie de trouver combien de cordes on peut faire et demande « qu'est-ce qu'on a fait au début du problème ? Qu'est ce vous devrez faire vous-même sur votre feuille ? ». Une élève propose « des points ». M^{me} $\mathcal{S}$ demande combien il y en a au tableau. Une autre élève répond 5. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'ils ne travailleront pas forcément avec 5 points, que tout à l'heure ils en feront 6 et que peut-être qu'après on en fera 8, 20. Elle dit que le nombre de points sur le cercle peut changer puis demande ce qu'il faut faire avant de faire les points. Une élève dit « un cercle ». L'enseignante dit « on fait un cercle, on place les points autour, et après on essaie de compter quoi ? ». Une élève complète par « on essaie de compter les cordes ». M^{me} $\mathcal{S}$ reprend « on essaie de compter toutes les cordes qu'on peut faire, en essayant de ne pas en oublier ».
`3'60"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande en montrant au tableau si elle les a toutes faites. Des élèves répondent non. Elle demande si quelqu'un peut en tracer une à la main. Elle baisse au tableau la feuille sur laquelle le cercle est dessiné (indépendamment de l'énoncé écrit). Un élève interrogé vient au tableau et trace une corde.



`4'37"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande si c'est bien une corde. Des élèves répondent oui (d'autres réponses ne peuvent être décryptées). Elle demande qui veut venir en tracer une autre. Une autre élève vient tracer une autre corde.



`5'3"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande si c'est bien une corde. Des élèves répondent oui (d'autres réponses sont difficilement audibles dans la réponse collective). L'enseignante dit qu'on pourrait continuer comme ça à en tracer mais que ça va être leur travail, de groupe, qu'elle va leur mettre une feuille par groupe et ils vont travailler avec 6 points. Elle écrit « Place 6 points » juste sous l'énoncé déjà au tableau.
`5'23"`– M^{me} $\mathcal{S}$ distribue une feuille A3 par groupe.

Première recherche – cas 6 points

5′51"– Chaque groupe a une feuille, plusieurs élèves attendent (cf. vidéo).
6′31"– Suite à la question d'une élève, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'ils peuvent aller chercher un compas s'ils veulent (dans certains groupes et pendant qu'un des élèves effectue des tracés, les autres semblent peu intéressés). L'enseignante circule dans les rangs, demande à des groupes de se préparer à justifier (notes d'observation).

Préparation première mise en commun

21′54"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ tape dans ses mains, dit qu'elle croit que tout le monde pense avoir à peu près terminé. Elle leur demande de poser leur crayon et d'écouter. Elle dit qu'elle leur laisse encore 3 minutes, un tout petit moment, pour décider qui va venir présenter, que tout le monde ne va pas venir parce que ce serait trop long [court passage inaudible], pour expliquer comment vous avez fait. Ils doivent se mettre d'accord, ils essaient de voir ce qu'ils ont fait pour l'expliquer au tableau.
22′29"– Les élèves discutent, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ circule dans les rangs.

Première mise en commun – la procédure itérative apparaît, traçage et comptage

24′38"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ tape dans ses mains. Elle demande aux élèves de se taire, de poser leur crayon, demande aux élèves de s'arrêter là où ils en sont. Elle dit que ce n'est pas grave s'ils n'ont pas terminé, qu'ils vont expliquer là où ils en sont.
24′46"– Elle demande à un élève de venir au tableau avec sa feuille et d'expliquer comment ils ont fait. L'enseignante est devant, l'élève vient au tableau et tient sa feuille à mi-hauteur (on a du mal à voir du fond). Il commence à expliquer, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ lui demande de parler plus fort. Il explique qu'ils ont placé des points (6 disposés assez régulièrement sur le cercle), qu'ils ont relié ceux qui étaient les plus faciles. Il tient sa feuille à deux mains et ne montre pas les cordes dont il parle, il tente de poser sa feuille sur l'avant-bras mais s'arrête et continue ses explications qui deviennent inaudibles. L'enseignante l'interrompt et lui demande ce que sont « les plus faciles ». Il dit « ceux qui sont en face » [quasi inaudible] et bouge souvent sa feuille pour la regarder.
25′31"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande aux autres élèves s'ils comprennent ce qu'il a dit. Des élèves répondent non, une élève dit oui et commence à expliquer [inaudible, bruits et voix]. L'enseignante fait signe de lever la main, et indique à cette élève de poursuivre (inaudible mais on entend l'expression « en face »).
25′47"– L'enseignante demande à l'élève de lui montrer une corde « facile ». L'élève pose sa feuille sur son avant-bras et montre deux points quasiment diamétralement opposés.
25′53"– L'enseignante demande qu'elles étaient les « difficiles ». Il explique (inaudible). L'enseignante lui fait remarquer qu'on ne comprend pas quand il baisse la tête en parlant. L'élève dit « celle-là » et montre des points successifs sur sa feuille maintenant horizontale sur son avant-bras.
26′14"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'ils sont bien en face pourtant. L'élève ne dit rien. L'enseignante reprend en disant qu'ils ont commencé par ceux qu'ils ont vu en premier, qu'après ils ont complété et (inaudible). L'enseignante lui demande de parler plus fort. L'élève dit qu'ils ont compté toutes les cordes et qu'ils ont trouvé 16.
26′39"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'elle voudrait savoir comment ils ont compté toutes les cordes. L'élève commence à expliquer en montrant sur sa feuille [inaudible mais il ne semble pas y avoir de méthode par-

ticulière]. L'enseignante demande aux autres s'ils ont compris. Des élèves répondent non. L'élève explique (inaudible), l'enseignante dit qu'elle ne comprend pas très bien au début. Il montre un point ou une corde qui joint deux points successifs. Elle dit « qui partent de ce point-là ? ». L'élève poursuit en expliquant [mais ce n'est pas clair car peu audible et le fait de tenir sa feuille, toujours à mi-hauteur, le gêne pour montrer] qu'ils ont pris chaque point successivement, ont compté les cordes sauf « celle(s)-là » [mais on ne sait/voit pas lesquelles].

`27'55"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande aux autres élèves s'ils ont bien compris, des élèves répondent oui. Elle demande si quelqu'un qui a bien compris peut réexpliquer car il n'a pas parlé très fort. Elle demande si tout le monde a compris. Un élève au fond fait une remarque (inaudible), l'enseignante se retourne vers l'élève au tableau en lui disant qu'il faut qu'il parle plus fort.

`28'19"`– L'élève au tableau reprend son explication un peu plus fort. Il dit qu'il a compté « toutes les cordes qui sont là » en montrant le haut du cercle. L'enseignante vient lui tenir sa feuille, cette fois-ci, de façon à ce que tous les élèves puissent voir facilement la feuille puis la tient au tableau. Elle dit « il a compté toutes les cordes qui partent de ce point-là (un point marqué sur la partie supérieure de la figure), c'est à dire, tu peux me les montrer ? ». L'élève montre les différentes cordes en les pointant juste à côté du point de référence. L'enseignante dit « donc ça en fait ? ». Il répond (inaudible). L'enseignante montre les cordes qui joignent le point avec les autres points successivement le long du cercle. Elle demande « et puis après ? ». Il explique [peu audible] qu'il compte celle qui partent du point suivant sauf celle qui joint ce point avec le précédent. L'enseignante le redit pour la classe.

`28'53"`– M^{me} $\mathcal{S}$ demande à une élève pourquoi. L'élève répond « parce qu'elle a déjà été comptée ». L'enseignante le redit pour la classe. L'enseignante fait pivoter la feuille pour mettre le point suivant en haut (comme le précédent) en disant « et après, toutes celles qui partent de ce point-là ». L'élève montre vaguement la zone du point en disant quelque chose (inaudible). L'enseignante dit « d'accord » et annonce qu'on va passer à un autre groupe pour voir s'ils ont fait pareil. Elle accroche la feuille au tableau.

Mise en commun – une autre explication similaire, traçage et comptage

`29'20"`– M^{me} $\mathcal{S}$ désigne le groupe d'une élève . L'élève vient au tableau et garde sa feuille à la main. L'élève explique qu'ils ont commencé à « faire tous les côtés ». L'enseignante demande ce que c'est. L'élève montre les cordes qui joignent les points consécutifs sur le cercle en disant « sur ce côté-là, sur ce côté-là » pour chaque corde. Elle explique qu'ensuite ils ont essayé « celles qui... tout droit » [en fait les autres cordes partant du même point et joignant des points successifs sur le cercle. Ces cordes sont plus ou moins verticales du fait de la position des points sur le cercle ce qui peut expliquer l'utilisation par l'élève de l'expression « tout droit »]. L'enseignante vient prendre sa feuille pour la montrer plus haut. L'élève montre à nouveau les différentes cordes, l'enseignante précise « en partant de ce point-là ». L'élève parle des autres points (inaudible) et explique que, pour savoir s'ils avaient fait toutes les cordes, ils ont... Elle commence à compter en décrivant quelques cordes (en commençant par une des cordes relativement verticales) dans l'ordre mais sans forcément partir du point de référence [i.e. en nommant les points A1, A2... A6 en prenant pour référence le point A1, elle décrit les cordes de A1 vers A3, puis A1 vers A4 puis A5, elle continue en pointant de A6 vers A1 et en continuant son geste vers A2. Toutes les cordes d'extrémité A1 sont tracées mais la logique de succession des différentes cordes risque de ne pas évidente aux yeux des

élèves]. L'élève ajoute « pour voir si ça allait vers tous les points ».
30′24"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande aux autres élèves s'ils ont compris et demande à une élève de redire ce que l'élève a fait au tableau. L'élève commence à expliquer (inaudible). L'enseignante dit que ce n'est pas ça, demande ce qu'ils ont tracé d'abord et interroge une autre élève qui répond « les côtés ». L'enseignante dit « ce qu'ils appellent les côtés, ils ont fait le tour » et demande ce qu'ils ont fait après pour tracer. L'élève répond (inaudible), l'enseignante dit pour la classe qu'ils ont pris un point et qu'ils ont tracé toutes les cordes possibles avec le point. Elle montre sur la feuille et dit que la première, il l'avait déjà faite, et montre les autres en suivant l'ordre des points sur le cercle, dit à propos de la dernière qu'elle était déjà faite [lien avec la méthode précédente, la dernière corde correspond à un « côté » et est donc déjà tracée], et qu'ils ont fait pareil pour chaque point.
31′19"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande s'ils ont eu le temps de compter et comment ils faisaient pour compter. L'élève au tableau explique qu'ils sont partis d'un point et compte 5 cordes à partir d'un point (au tableau, elle oublie en fait un « côté » lié à ce point).
31′38"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande pourquoi il y a de la couleur sur le dessin. L'élève répond en substance qu'ils avaient déjà tracé mais qu'ils voulaient que ça se voit du fond (ils n'ont pas eu le temps de finir de repasser toutes les cordes). L'enseignante le dit pour la classe et termine par « d'accord » (l'élève retourne à sa place) et dit qu'ils n'ont pas eu le temps de compter. L'élève acquiesce, L'enseignante dit qu'on sait comment ils ont tracé mais qu'on ne sait pas comment ils ont compté. Elle demande au groupe d'une autre élève de venir au tableau.

Mise en commun – un compte-rendu d'élève remis en cause par l'enseignante

32′20"– L'élève vient au tableau. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande à un élève d'écouter. Avec sa feuille entre les mains, l'élève au tableau explique qu'ils ont aussi commencé comme l'élève précédente, par « les côtés », qu'ils ont essayé de relier... (elle montre une corde presque verticale comme l'élève précédente) tous les points (suite courte et inaudible). M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'ils ont commencé comme le groupe de l'élève précédente, l'élève dit oui, l'enseignante demande : « En faisant tout le tour ? », l'élève acquiesce. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande à un autre élève du groupe si c'est ça. puis dit qu'elle n'est pas trop d'accord car elle les a vu commencer et qu'ils n'ont pas fait tout le tour pour commencer. De sa place, l'élève du groupe explique qu'ils ont commencé par faire les traits (le reste est inaudible). L'enseignante demande par quoi ils ont commencé. Il répond « les traits, les grands traits... ». L'enseignante se retourne vers l'élève au tableau « bon, tu ne sais plus (nom de l'élève) ? ». L'élève répond non.
33′29"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande comment ils ont fait pour compter après. L'élève répond qu'ils ont commencé par compter ceux du bord. L'enseignante demande ce que c'est « ceux du bord ». L'élève montre les cordes qui joignent les points consécutifs le long du cercle puis l'élève semble parler des autre cordes (inaudible).
33′57"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande s'ils sont sûrs de ne pas en avoir oublié. L'élève répond non. L'enseignante demande combien ils en ont trouvé, l'élève répond 15.

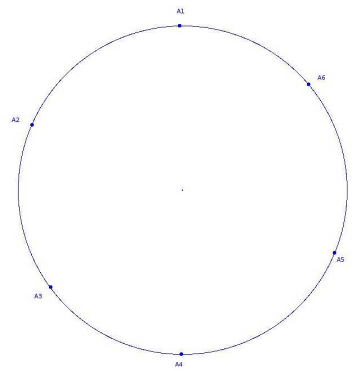
Mise en commun – on peut tracer et compter en même temps

34′3"– M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande si quelqu'un a fait autrement pour les compter ou pour les tracer. Une élève répond qu'ils peuvent faire les traits et les compter en même temps.

34′20"– M^me^ $\mathcal{S}$ dit que des idées peuvent leur venir en écoutant les autres. M^me^ $\mathcal{S}$ accroche la production au tableau, l'élève qui était au tableau retourne à sa place. L'enseignante demande aux autres s'ils ont entendu l'idée de l'élève , des élèves répondent oui. Elle demande à une élève de la redire et qui répond qu'elle n'a pas entendu. Une autre élève la répète. M^me^ $\mathcal{S}$ demande si des élèves, des groupes, ont fait comme ça. Un élève lève la main et dit qu'ils ont eu l'idée.
34′52"– M^me^ $\mathcal{S}$ redit l'idée et demande aux élèves comment elle leur paraît. Une élève pense que « ça peut un petit peu emmêler les pinceaux ». L'enseignante dit que « ça peut un peu emmêler » et ajoute qu'on va peut-être essayer au tableau. Elle va au tableau accrocher une feuille A3 qui contient déjà un cercle, y place des points (espacés très régulièrement).

Résolution collective dans le cas de 6 points

35′31"– M^me^ $\mathcal{S}$ dit qu'on peut essayer de les tracer en les comptant et demande si quelqu'un aurait une autre idée, pour être sûr de ne pas en oublier. Un élève interrogé propose en substance de faire toutes les cordes partant d'un point de référence et de les compter (fin de l'explication inaudible). L'enseignante lui demande de venir essayer d'en faire un, de faire tous les traits qu'il peut faire avec un point et de les compter. L'élève va au tableau. L'enseignante dit que l'élève va essayer de faire toutes les cordes avec un point et on les compte. L'élève va au tableau. L'enseignante lui demande de le faire sans règle, à main levée.
36′23"– L'élève trace successivement [afin de faciliter les explications, nous nommons, comme sur la figure qui suit, A1 le point le plus haut sur la feuille et nous numérotons les points dans le sens direct] les cordes A1 vers A3, A1 vers A5, A1 vers A4, A1 vers A2, A1 vers A6. Il regarde la figure et s'arrête.



36′53"– M^me^ $\mathcal{S}$ demande combien il y en a, elle lui rappelle qu'il voulait faire toutes les cordes et les compter. Il compte et répond 5. M^me^ $\mathcal{S}$ demande ce qu'on pourrait faire après. Un élève propose de multiplier par le nombre de points. L'enseignante redit la phrase et ajoute « c'est à dire qu'il y aura cinq traits, encore cinq, encore cinq, encore cinq, encore cinq, six fois, donc ça en ferait combien ? six fois cinq… ». Un élève répond 30. L'enseignante redit 30 et demande si ça correspond à leur réponse. un élève répond non. Elle demande s'ils sont d'accord avec l'idée de l'élève. Des élèves répondent non. Elle reprend l'idée en venant au tableau pour pointer chaque point pour chaque ensemble de cinq cordes : « cinq, cinq, plus cinq, plus cinq, plus cinq, plus cinq ». Elle reprend l'addition oralement, dit que ça fait 30 et demande s'ils sont d'accord avec cette idée.

37′41"– M^{me} $\mathcal{S}$ interroge un élève et lui demande pourquoi il n'est pas d'accord. Il explique qu'il y avait six traits dont un trait va servir deux fois [le "sixième trait" est vraisemblablement une corde issue du premier point de référence et qui est comptée une deuxième fois lorsque l'on passe au comptage des cordes partant du deuxième point]. L'enseignante reformule et demande s'il y a des cordes qui vont servir deux fois, qui vont être comptées deux fois. Elle demande si les autres sont d'accord. Quelques élèves répondent oui. Elle demande à un élève s'il est d'accord (pas de trace de la réponse). Elle dit qu'on continue avec l'idée de l'élève [i.e. la méthode itérative initiée au début de l'épisode. La méthode multiplicative est donc implicitement mise de côté.]. Elle dit qu'on a donc trouvé cinq cordes et qu'on va continuer avec un autre point. Elle écrit '5' sous la figure au tableau.

38′18"– M^{me} $\mathcal{S}$ envoie un autre élève au tableau qui veut tracer depuis A2. L'enseignante intervient en venant au tableau et en disant « toutes les cordes qui partent de ce point-là ? ». L'élève dit oui. Il commence à tracer à partir de A3 vers A2, l'enseignante lui dit « non, tu pars de ce point-là (en montrant A2) ». L'élève suit la consigne et trace une corde de A2 vers A3. Il hésite ensuite et semble vouloir commencer par A4 ou A3 (mais ce n'est pas sûr), l'enseignante lui dit qu'il part de A2. L'élève hésite encore puis trace une corde de A2 vers A6 puis commence à remettre le bouchon du feutre.

39′12"– L'enseignante demande aux autres si c'est tout. Des élèves répondent non. Elle demande à l'élève au tableau combien il en a fait. Il répond 2. Elle reprend le feutre et envoie une élève au tableau qui trace rapidement A2 vers A4, A2 vers A5, veut tracer une autre corde partant de A2 et s'arrête [toutes les nouvelles cordes d'extrémité A2 ont donc été tracées].

39′34"– L'enseignante demande combien ça en fait. Quelques élèves répondent cinq. Elle dit « cinq ? ». Quelques élèves disent oui. Elle montre ce que le premier l'élève a fait (mais elle montre A2A3 et A2A4 et ce qu'ils viennent de faire (mais elle montre A2A5 et A2A6) et dit « donc ça en fait... ». Des élèves répondent quatre. Elle écrit '4' sous la figure à la droite du '5' et demande si quelqu'un veut faire pour un autre point.

39′54"– Une élève est envoyée au tableau. M^{me} $\mathcal{S}$ montre le trajet de A2 à A3 et dit à l'élève de commencer par le point A3 et dit qu'on compte au fur et à mesure. Celle-ci trace successivement A3A4 (l'élève puis l'enseignante compte « une »), A3A6 (l'élève puis l'enseignante compte « deux »). L'élève hésite puis trace A3A5 (L'élève compte « trois »). Elle hésite encore, veut refaire une autre corde partant de A3. Après 5 secondes, M^{me} $\mathcal{S}$ demande aux autres élèves s'il y en a d'autres ou pas. Des élèves répondent non. L'enseignante dit « non ? ». Un élève lève la main, elle lui dit « lesquelles ? » et se retourne vers l'élève au tableau « il n'y en a pas d'autres ? il y a en a trois » [l'élève a vraisemblablement levé la main pour aller au tableau]. L'élève au tableau retourne à sa place, l'enseignante écrit '3' sous la figure à la droite du 4 et du 5.

40′58"– Une autre élève est envoyée au tableau. L'élève vient et trace A4A5, hésite, cherche et veut commencer à tracer depuis A6. L'enseignante lui dit non et de commencer par A4. L'élève trace A4 vers A6. L'élève regarde la figure et fait signe que c'est fini. L'enseignante lui demande si c'est tout, elle fait signe que oui. L'enseignante demande aux autres combien l'élève en a tracé. Quelques élèves répondent 2.

41′31"– L'enseignante demande comment ça se fait qu'il y a en a de moins en moins. Elle écrit '2' sous la figure à la suite des autres nombres. Un élève répond (inaudible). Elle fait comprendre qu'elle n'entend pas. L'élève dit « parce qu'on se rapproche du résultat ? ». L'enseignante dit : « *Oui mais pourquoi, à chaque fois, on en trouve de moins en moins ?* » (elle montre les résultats successifs au tableau). Une élève dit qu'il y en a qui sont déjà faites. L'enseignante acquiesce en disant qu'il y en a plein qui sont déjà tracées.

41′49"– M^{me} $\mathcal{S}$ montre le point A5, dit qu'il leur manque encore ce point-là et demande qui veut le faire. Une élève (Mathilde) vient au tableau et trace une corde de A6 vers A5 (contrairement aux autres qui devaient partir du point de référence). L'élève dit « c'est tout » à l'enseignante. L'enseignante lui dit « c'est tout ? ». Des élèves parlent dans la classe (inaudible). L'élève se retourne vers le tableau, regarde la figure et dit oui. Des élèves disent oui. L'enseignante regarde la classe, confirme et écrit '1' sous la figure à la suite des autres résultats.

42′20"– M^{me} $\mathcal{S}$ dit « Donc, on en a d'abord trouvé 5, après, 4, après, 3, après, 2, après, une donc 5 plus 4... ». Des élèves répondent 9, l'enseignante dit "9, plus 3...". Les élèves complètent (avec plus ou moins de succès suivant les élèves) les différentes additions, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'enseignante confirme 15 comme résultat. Elle demande « donc, il y avait combien de cordes ? », des élèves répondent 15.

Conclusion de la séance

42′37"– M^{me} $\mathcal{S}$ dit que beaucoup avaient trouvé en faisant autrement, qu'ils l'ont expliqué. Elle demande si cette façon de faire leur paraît être une bonne façon de faire. Des élèves répondent oui. Elle dit « oui, par rapport à ce que vous avez fait... ». Les réponses paraissent contradictoires (oui/non). L'enseignante demande pourquoi, complète avec « *Pourquoi ça vous paraît une bonne façon ?* », puis demande l'attention des élèves.

42′59"– Un élève dit que comme ça, on ne peut pas se tromper. Elle redit la phrase et demande pourquoi. L'élève dit « parce qu'on a fait toutes les cordes ». Elle demande « on est sûr de les avoir toutes faites ? ». Silence. Elle demande ce qu'ils pensent de cette façon de compter. Elle interroge un élève qui dit que c'est bien et justifie par un commentaire inaudible (on entend les fragments « *sûrs de ne pas trop se tromper* », « *ça fait des plus grands un peu et puis tous petits* »). Elle résume en disant « tu veux dire qu'on en compte beaucoup et qu'après on en compte de moins en moins ».

43′37"– M^{me} $\mathcal{S}$ annonce qu'ils vont arrêter là le problème, qu'elle va ramasser les feuilles et qu'ils essaieront de refaire ce problème, mais dans plusieurs jours et avec un autre nombre de points. Une élève propose 10, proposition reprise par l'enseignante qui ajoute « pour voir si on peut compter encore toutes les cordes » et qu'ils feront cela une autre fois. Elle demande aux élèves de mettre le nom des groupes sur les feuilles et de remettre la classe en place.

44′19"– Fin de la séance.

Notes informelles après la séance À l'issue de la séance, nous demandons si ça va. M^{me} $\mathcal{S}$ répond oui, et demande si elle fait un compte-rendu. Nous répondons oui, si possible.

B.2 Données quantitatives relatives aux séances de $\mathrm{M}^{\mathrm{me}}\,\mathcal{S}$

Séances	Pres	RechO	RechF	MC	CD	Conc	*Total*
Pisc(I)	5’36"	15’17"	0’	12’53"	0’	0’35"	*34’21"*
Cord(I)	10’36"	13’15"	17’28"	11’36"	2’27"	0’24"	*55’46"*
PGP(II)	6’37"	27’36"	0’	14’29"	6’42"	0’19"	*55’43"*
SD1(II)	6’00"	20’54"	0’	15’49"	0’	0’07"	*42’50"*
SD2(II)	4’42"	11’01"	2’53"	5’54"	5’29"	0’20"	*30’19"*
Golf1(II)	2’52"	27’30"	0’	18’45"	0’	0’13"	*49’20"*
Golf2(II)	4’21"	10’12"	15’11"	1’34"	11’20"	0’10"	*42’48"*
Tri1(III)	7’15"	36’39"	0’	11’25"	0’	0’33"	*55’52"*
Tri2(III)	1’00"	0’	6’02"	0’	36’10"	1’27"	*44’39"*
Tour(III)	2’54"	41’17"	0’	9’32"	1’43"	1’26"	*56’52"*
Cord(III)	5’51"	18’47"	0’	10’53"	7’06"	1’42"	*44’19"*
Moyenne	5’15"	20’13"	3’47"	10’15"	6’27"	0’40"	*46’37"*
Écart-type	2’34"	12’13"	6’30"	5’45"	10’33"	0’35"	*9’03"*
Pisc(I)	16.3	44.5	0.	37.5	0.0	1.7	*34’21"*
Cord(I)	19.0	23.8	31.3	20.8	4.4	0.7	*55’46"*
PGP(II)	11.9	49.5	0.	26.0	12.0	0.6	*55’43"*
SD1(II)	14.0	48.8	0.	36.9	0.	0.3	*42’50"*
SD2(II)	15.5	36.3	9.5	19.5	18.1	1.1	*30’19"*
Golf1(II)	5.8	55.7	0.	38.0	0.	0.4	*49’20"*
Golf2(II)	10.2	23.8	35.5	3.7	26.5	0.4	*42’48"*
Tri1(III)	13.0	65.6	0.	20.4	0.	1.0	*55’52"*
Tri2(III)	2.2	0.	13.5	0.	81.0	3.2	*44’39"*
Tour(III)	5.1	72.6	0.	16.8	3.0	2.5	*56’52"*
Cord(III)	13.2	42.4	0.	24.6	16.0	3.8	*44’19"*
Moyenne	12.0	44.2	7.2	23.6	11.4	1.5	*46’37"*
Écart-type	4.7	13.8	11.3	7.9	11.3	1.2	*9’03"*

TAB. B.1: Données quantitatives des séances de $\mathrm{M}^{\mathrm{me}}\,\mathcal{S}$ en durée (en haut) et en pourcentage de la durée totale (en bas).

B.3 Comptes-rendus de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$

B.3.1 Compte-rendu de la séance du 30 juin (I) – *Cordes*

Exposition du Problème Les enfants se répartissent librement par groupe de 3 ou 4. Les CE2 CM1 se mélangent, les 3 CM2 restent ensemble.

Le problème est écrit au tableau, avec la définition du mot corde. Ce terme n'a jamais été expliqué. Nous passons du temps (10 à 15 minutes) à expliquer ce qu'est une corde.

Recherche Les enfants ont une feuille pour leur recherche. Je les laisse chercher sans plus d'explication.

Certains groupes passent du temps à faire leur cercle, ils prennent leur règle pour mesurer un diamètre précis. D'autres font une multitude de points autour du cercle. Seul le groupe de CM2 définit au départ un nombre de points autour du cercle.

Je pense qu'un tel type de problème les déroute car il ne représente pas une situation concrète (comme le problème de la piscine par exemple). L'énoncé ne donne pas de données numériques, il n'y a donc pas d'opération à poser. Il n'y a pas un résultat à trouver, mais une méthode de comptage. Le problème me déroute aussi, puisque par la suite, j'ai du mal à leur faire comprendre l'objectif de la question.

Les élèves ne cernent pas l'objectif du problème. Ils tracent des cordes (le terme n'est pas encore très bien assimilé puisque certains demandent si on doit faire passer les cordes par le centre du cercle), mais sans les compter. Le groupe de CM2 compte les cordes, mais après les avoir tracées, ce qui leur permettra de remarquer que les cordes ne doivent pas être comptées deux fois.

Aucun groupe ne trace les cordes de façon méthodique, point par point.

Synthèse des travaux J'essaie de leur faire remarquer que :

- ils ont beaucoup trop de cordes à tracer et ensuite à compter pour savoir si oui ou non, ils pourront les compter.
- il y a une relation entre le nombre de cordes et le nombre de points placés sur le cercle.
- il faut donc placer peu de points, nous décidons d'en placer 5 et de compter le nombre de cordes

Recherche Les élèves repartent avec ses nouvelles données, plus précises, donc plus faciles à traiter. Les enfants tracent bien toutes les cordes et essaient de les compter. Aucun groupe ne structure sa façon de tracer ou de compter ses cordes. Les cordes sont comptées une par une. Le groupe de CM2 commence à élaborer une méthode de calcul.

Mise en commun Les enfants ont bien trouvé que pour 5 points, il y avait 10 cordes tracées.

Question: Pour 6 points, sans faire de dessin, pouvez-vous trouver combien il y aura de cordes. Réponse: il y aura douze points, puisque 10 est le double de 5, il suffit de chercher le double. Le groupe de CM2 a déjà élaboré le calcul $n(n-1)/2$.

Vérification sur les dessins, il y en a 15, la règle du double ne marche pas, il faut réussir à calculer autrement.

Aide Je fais un schéma au tableau et compte point par point. Avec un premier point, je trace 5 cordes, avec un deuxième, 4 nouvelles cordes…

Question Sans faire de dessin, pour 7 cordes ?

La plupart des groupe reprennent le modèle du tableau et posent : $6+5+4+3+2+1$. Un groupe part du résultat trouvé avec 6 cordes et rajoute 6 cordes.

Question Pour 250 cordes, quelle opération je dois poser ?

La réponse est encore difficile à obtenir : l'opération est trop longue à poser. Je fais remarquer que le groupe de CM2 a trouvé un autre moyen de calculer le nombre de cordes.

Un élève vient exposer sa méthode, difficile à comprendre pour le reste de la classe.

Bilan J'ai trouvé le problème long à mettre en route, à cause de l'explication du mot corde, et surtout parce que l'objectif du problème est difficile à cerner pour les CE2 CM1, qui ne sont pas habitués à ce genre de problème de recherche.

Je pense que seule dans la classe, je n'aurai pas induit comme je l'ai fait la méthode de comptage par l'addition, je les aurai laisser chercher eux-mêmes cette méthode, mais sur au moins deux séquences de 45 minutes.

Le problème a motivé les CM2, peut-être justement parce qu'il y avait une situation différente d'autres problème proposés, donc une recherche plus intéressante.

B.3.2 Compte-rendu des séances des 9 et 10 décembre (III) – *Triangles colorés*

Sur la lancée de la réunion, voici quelques éléments de mes séquences sur les problèmes des triangles.
Dates : 09 et 10 décembre (III)
Niveau : CE1-CE2 (30 élèves) - Ecole de (anonymé)
Travail par groupe de 4

première séquence : travail de recherche interrompu par quelques mises en communs
deuxième séquence : mise en commun de tous les triangles trouvés

Les élèves sont-ils capables de shématiser la situation ?
La recherche s'effectue par le dessin de triangles. Au début, les élèves les tracent eux-mêmes, et colorient chaque partie, puis je donne a chaque groupe des triangles déjà tracés et découpés, et nous convenons de faire une croix de couleur au lieu de colorier.
Pas d'autres shématisations.
Les élèves sont-ils capables de réinvestir ce qui a été vu dans un autre contexte ?
A voir ultérieurement avec le problème des cubes.
Est-ce que le travail de groupe a fonctionné ?
Travail de groupe difficile, car au début, chaque élève travaille pour lui-même. En distribuant les cartes triangles à colorier, j'ai induit cette attitude, car les élèves (surtout les CE1) se sont distribués les cartes (par exemple 7 chacun) et ont rempli leur carte sans se préoccuper de ce que chacun trouvait dans le groupe. Le travail suivant était donc de mettre en commun les cartes au sein du

groupe et d'enlever les doubles. Travail intéressant puisqu'il faisait comparer les triangles, classer pour certains groupes, mais long et laborieux. J'aurai pu donner a chaque groupe des triangles sur une même feuille (une feuille par groupe), ce qui enlève pour les enfants la possibilité de tourner les triangles pour les comparer. Nous aurions pu faire ce travail alors dans la mise en commun de la deuxième séquence, en affichant les triangles agrandis au tableau.
Quelles sont les idées qui sont apparues dans la séance ?
de la part des élèves : on peut utiliser une seule couleur ou deux couleurs (non précisé dans la présentation du problème). Dans le classement, classement pau une, deux, ou trois couleurs différentes.
de la part de l'enseignante : un triangle peut se tourner, on peut classer les triangles.
Comment a-t-on conclu la séance ?
Il faut classer ses recherches pour être sûr de n'avoir rien oublié.
Les débats et échanges
Difficulté d'attention : chaque groupe doit écouter les remarques des autres. Il faudrait trouver des procédés qui permettent aux élèves d'être plus attentifs. Pour ce problème, on montrait les triangles et la mise en commun de tous les triangles s'est faite au tableau. Chaque groupe devait sur sa table retourner les cartes proposées au tableau.

B.3.3 Compte-rendu de la séance du 10 mai (III) – *Cordes*

Ecole xxxxxxx CE1-CE2 - les cordes
Durée de la séance : environ 45 minutes

présentation du problème : 10 min
recherche : 20 min
mise en commun : 15 min

Présentation du problème : un dessin au tableau représentant un cercle, 5 points sur le cercle et quelques cordes tracées avec une question : est-ce qu'on peut compter toutes les cordes tracées à partir des 5 points ?
Le mot corde est expliqué par les élèves.Quelques élèves viennent au tableau tracer quelques cordes. Les élèves travailleront avec 6 point placés sur le cercle.

Est-ce que les élèves ont été capables de reformuler la consigne ?
Après la présentation du problème, les élèves expliquent ce qu'ils devront faire sur leur feuille. Pendant leur recherche, certains groupes pensent avoir fini lorsqu'ils ont tracé toute les cordes. Il y a donc un retour à la question qui est au tableau : est-ce que je peux compter toutes les cordes ?

Quelle proportion d'élèves a donné une réponse acceptable par rapport au problème ?
Chaque groupe a trouvé une réponse , c'est à dire un nombre de cordes, cohérente avec le problème, même si certaines réponses étaient fausses (mauvais comptage des tracés de cordes). Un groupe n'a pas fini ses tracés avant la mise en commun.

Est-ce que le travail de groupe a fonctionné ?
Les CE1 et les CE2 étaient mélangés dans les groupes, ce qui a été bénéfique pour les CE1, qui avaient du mal à organiser leur travail de groupe.

Quelles sont les "idées" qui sont apparues dans la séance ? de la part des élèves ? de la part de l'enseignant ? qu'est-ce qu'on en a fait ?
Pour tracer les cordes, pas d'idées exprimées par les élèves d'une méthode de traçage point par point. Pourtant, un groupe avait tracé les cordes de façon organisée. Les élèves expliquent :

- je trace d'abord les plus faciles, et après les plus difficiles
- je trace d'abord les cordes qui forment un tour, et puis les autres

Pour compter les cordes, l'idée de compter point par point apparaît.

De la part de l'enseignant : comment organiser son travail pour être sûr de ne pas oublier de cordes dans le traçage et dans le comptage ?

Réponse des élèves :

- on peut tracer et compter au fur et à mesure.
- on peut tracer point par point
- on peut faire 6×5

Un traçage et un comptage point par point se fait au tableau.

De la part de l'enseignant : Au fur et à mesure, j'écris $5+4+3+2+1$

Les élèves remarquent la suite décroissante, et expliquent qu'une corde ne peut être comptée plusieurs fois (ce qui avait été déjà exprimé avec la réponse 6 x 5).

Quel rapport entre ce qu'on espérait comme bilan à la fin de la ou des séances et ce qu'on a obtenu ?

L'objectif était de discuter des différentes manières de comptage et de mettre en avant un comptage point par point en espérant que les élèves soient convaincus de l'intérêt de cette méthode.

Le bilan a été fait, il sera intéressant de reprendre ce problème avec un nombre de points différents.

Comment a-t-on conclu la séance ?

On a répondu à la quetion du problème, on pourra essayer à nouveau avec un nombre de points différent.

Difficultés des débats et échanges

- expression orale difficile (lorsque un élève vient au tableau expliquer comment le groupe a procédé)
- peu de débats avec la classe, mais des débats dans chaque groupe.

B.4 Entretien téléphonique du 2 mars (III) avec M^{me} $\mathcal{S}$

Nous sommes le lendemain de notre observation de la séance du mardi 1 mars (III) consacrée au problème Tours. *Voici les notes prises le lendemain lors de l'entretien téléphonique de M^{me} $\mathcal{S}$. L'entretien a duré un peu plus de 20' et nous n'avons pu enregistrer que nos interventions. Il s'agit donc de notes prises en cours de conversation et remises en forme juste après l'entretien téléphonique.*

La conversation a été partiellement (dans le sens où l'ordre des questions n'a pas été strictement respecté) structurée par le questionnaire outil pour la rédaction des comptes-rendus mis au point au cours de la réunion R5-II[1]*. La numérotation utilisée par la suite est celle du questionnaire, l'ordre des questions est celui de l'entretien.*

Je pose la question de savoir qui rédigera le compte-rendu, elle ou moi. Elle répond qu'elle le fera, ce qui, finalement, ne sera pas le cas.

M^{me} $\mathcal{S}$ dit que des groupes ont bien fonctionné, les CE2 surtout. Elle est déçue par les CE1. Le lien avec l'activité *Triangles colorés*, notamment l'idée de tri, n'a pas été fait.

1 M^{me} $\mathcal{S}$ n'a pas demandé collectivement aux élèves de reformuler mais l'a fait au sein des petits groupes puis quand ils disaient « on a fini ».

2 et 8 D'après elle, un quart des élèves ont donné une réponse acceptable par rapport au problème. Elle dit qu'elle expliquera pourquoi.

3 Il y a eu un seul type de schéma. M^{me} $\mathcal{S}$ parle de M. $\mathcal{H}$ et des « arbres »[2] mais elle dit les élèves ne sont pas mûrs en CE2.

4 Réponse au début de l'entretien.

5 Elle dit que le travail de groupe a fonctionné pour les CE2, l'un dessinait, les autres donnaient leurs idées. Pour les CE1, il y avait un partage des tâches. Elle voulait changer de la situation des triangles pour assurer le travail de groupe. Elle voulait un stylo par élève pour forcer le travail de groupe, elle ajoute que les CE1 se prêtaient les crayons. Elle dit qu'elle ne les fait pas beaucoup travailler en groupe.

6 M^{me} $\mathcal{S}$ dit que tous les élèves sont partis dans la recherche. Il y avait quelques exceptions pour lesquelles les élèves ne faisaient pas les formes de tours attendues mais elle leur a précisé dans les petits groupes.

7 À propos des idées apportées par l'enseignant, elle évoque le retournement des tours et le tri. Quant aux élèves, ils ont vu des *doubles*. Elle a demandé si on pouvait renverser car il fallait qu'ils le comprennent.

9 À propos des débats enseignant-élèves : les seuls qui ont eu lieu sont à propos des doubles et du tri avec une couleur en bas.

À propos des échanges élèves-élèves, M^{me} $\mathcal{S}$ ne pense qu'il n'y en a pas eu, ni sans doute dans les petits groupes.

10 Elle dit qu'elle a présenté le problème avec 4 cubes, a donné un exemple et a schématisé au tableau. Elle avait peur que les CE2 partent dans des schématisations complexes.

[1] Cf. C.2 page 356.

[2] En réalité, il s'agit de M. $\mathcal{D}$. Le fait ses élèves avaient assez rapidement orienté leur recherche sous une forme équivalent à un arbre avait surpris M^{me} $\mathcal{S}$ à la réunion R7-III.

Je dis qu'il manque peut-être une question : comment faire la prochaine fois ? Elle dit qu'ici, avec les CE1, elle proposerait de faire seulement les tours avec les rouges en bas dès le début.

5 À propos du travail de groupe, M^{me} $\mathcal{S}$ demande si le travail de groupe est pertinent pour les CE1. Je réponds qu'il faut l'utiliser quand ça peut apporte enrichir ou favoriser l'activité.

À la fin de l'entretien, M^{me} $\mathcal{S}$ confirme en substance qu'elle rédigera le compte-rendu, que l'entretien l'aide même si le compte-rendu reste une contrainte.

Annexe C

Contenu et modifications du site Web, comptes-rendus de réunions

C.1 Chronologie de mise à jour du site

Cette section contient un résumé de l'historique des modifications majeures du site Web ainsi que l'intégralité des pages du site à l'issue de l'expérimentation avec des indications succinctes sur les modifications effectuées au cours du temps. La mise en forme de chaque section est respectée pour l'essentiel et quelques copies d'écran sont reproduites à partir de la page 372.

Menu principal	Sous-menus	Menu principal	Sous-menus
Information sur le projet	Présentation[d i]	*Cordes*	Présentation
	Problèmes[d]		Exemples
	Bibliographie[d]		Preuve
	Commentaires[c]		Animation[c]
	Comptes-rendus[j]		Commentaires[c f]
	Propositions pratiques[l]	*Somme et différence*	Présentation
	CR réunion R1 5 mars (I)[a]		Exemples
Golf	Présentation		Preuve[f]
	Exemples[g]		Commentaires[c]
	Preuve	*Tours*[h]	Présentation
	Commentaires[c]		Exemples
Piscine	Présentation[b]		Preuve
	Exemples[g]		Commentaires
	Preuve	*Somme des chiffres*[h]	Présentation
	Animation[c]		Preuve
	Commentaires[c]		Commentaires
Plus grand produit	Présentation	*Rectangles*[h]	Présentation[k]
	Exemples		Preuve
	Preuve		Commentaires
	Commentaires[c f]	*Triangles colorés*[h]	Présentation
			Preuve
			Commentaires

[*] Résumé des ajouts et modifications dans le tableau C.2 page suivante, site Web complet à partir de la page 355.

[a] 12 mar I - ajout de la section.

[b] 17 mar I - ajout.

[c] 13 jan II - ajout.

[d] 14 jan II - modification de la section.

[e] 19 jan II - correction problème technique d'activation des pages.

[f] 28 avr II - modification.

[g] 9 nov III - modification.

[h] 16 nov III - ajout.

[i] 16 nov III - modification.

[j] 17 nov III - ajout.

[k] 3 mai III - modification.

[l] 7 mai III - ajout.

TAB. C.1: Arborescence du site Web et dates des ajouts et modifications des différentes sections depuis l'état initial du 4 mar I[*] .

TAB. C.2: Résumé des mises à jour du site Web - année I, II et III.

Dates	Sections	Mises à jour
4 mar I	*Info projet*, *Cordes*, *Golf*, *Piscine*, *Somme et différence*, *Plus grand produit*	mise en ligne initiale
12 mar I	*Info projet*	mise en ligne du compte-rendu de la réunion du 5 mars
17 mar I	*Piscine*	*Présentation* : amélioration de l'énoncé avec un exemple
13 jan II	*Info projet*, *Cordes*, *Golf*, *Plus grand produit*, *Piscine*, *Somme et différence*	ajout d'une section *Commentaires* suite à notre proposition et à l'accord des enseignants
13 jan II	*Cordes*, *Piscine*	ajout d'une section *Animation*
14 jan II	*Info projet*	*Bibliographie* : ajout référence *Vrai ? Faux ?... On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3*, *Présentation* : ajout lien document accompagnement *Des problèmes pour chercher*, *Problèmes* : ajout section « Le rôle de ces problèmes »
19 jan II	Site Web	correction d'un problème technique d'activation des pages pour les enseignants
28 avr II	*Golf*, *Somme et différence*	*Preuve* : ajout tableau d'un exemple de recherche
28 avr II	*Cordes*	*Commentaires* : ajout précision du risque d'induction de la procédure par récurrence
28 avr I8	*Plus grand produit*	*Commentaires* : ajout de l'item « vérifier les règles sur les différents nombres étudiés »
9 nov III	*Golf*	*Exemples* : correction ligne $1\times8+11\times3$ en $8\times8+11\times3$
9 nov III	*Piscine*	*Exemples* : correction de $70+50+25+15$ en $70+50+25+15+20$
16 nov III	*Tours*, *Rectangles*, *Somme des chiffres*, *Triangles colorés*	ajout des nouveaux problèmes suite à la demande des enseignants
16 nov III	*Info projet*	*Présentation* : ajout que le projet est « centré sur la pratique des enseignants » par ailleurs déjà annoncé à chaque prise de contact, complètement de nos coordonnées avec téléphone déjà donné par mail
17 nov III	*Info projet*	*Comptes-rendus* : ajout de l'outil conçu en juin 04 – format HTML, PDF et MSWord – et ajout adresse d'envoi des comptes-rendus suite à la réunion du matin
3 mai III	*Rectangles*	*Présentation* : ajout des images
7 mai III	*Info projet*	*Propositions pratiques* : ajout des propositions pour la mise en oeuvre évoquées lors de la réunion du 3 mai III

C.2 Information sur le projet

Présentation

Historique

> *4 mar I - ajout*
> *14 jan II - ajout lien vers le document d'accompagnement « Des problèmes pour chercher »*
> *16 nov III - ajout au début de la précision « centré sur la pratique des enseignants » et ajout de coordonnées téléphoniques*

Ce projet centré sur la pratique des enseignants a pour cadre celui de ma thèse en didactique des mathématiques.
Les objectifs sont :
- proposer des situations déjà expérimentées dans des classes
- faciliter la mise en oeuvre de ce type d'activités dans les classes (conformément au programme, aux documents d'applications et aux documents d'accompagnement) [liens hypertextes pointant vers chacun des documents]
- échanger avec d'autres collègues sur les préparations de ces séances et leur mise en oeuvre afin de faciliter la gestion de ces activités.

[coordonnées postales et téléphoniques, fax, adresse électronique]

Problèmes

Historique

> *4 mar I - ajout*
> *14 jan II - ajout section « le rôle de ces problèmes »*
> *16 nov III - ajout des quatre derniers problèmes*

Les problèmes
9 problèmes sont proposés :
- *Plus grand produit*
- *Golf*
- *Cordes*
- *Piscine*
- *Somme et différence*
- *Tours*
- *Somme des chiffres*
- *Rectangles*
- *Triangles colorés*

Tous ces problèmes ont déjà été proposés dans des classes de cycle 3. On les trouve notamment dans les ouvrages de la collection ERMEL (Hatier) mais aussi dans certains manuels. Vous trouverez des informations les concernant sur ce site (cliquez sur "Tableau de bord" ci-dessus pour les retrouver) mais aussi dans les ouvrages proposée dans la bibliographie.
Le rôle de ces problèmes
Dans ces problèmes, aucune notion mathématique particulière n'est visée, même si certains d'entre eux le permettent.
Il s'agit plutôt de placer les élèves en situation de recherche d'un problème mathématique, sans leur donner de méthode de résolution. Leur situation est alors semblable par certains aspects à celle d'un mathématicien professionnel. Ils doivent alors découvrir le problème, formuler des hypothèses individuellement ou en groupe, mentalement, par oral ou par écrit, découvrir certains aspects qui n'apparaissaient pas de prime abord et parfois poser de nouveaux problèmes, communiquer l'état de leur travaux, argumenter, discuter, valider ou invalider diverses propositions des uns et des autres, au sein de groupes d'élèves ou de la classe entière.
Pour faciliter cette mise en situation de recherche, les énoncés sont courts pour éviter autant que possible l'appel à la lecture.

Ce type de séances peut se conclure sur l'état d'avancement des travaux sans que l'objectif soit d'aboutir à tout prix à une solution achevée au terme d'une seule séance.

Ce peut être l'occasion de faire verbaliser les élèves sur les différents moments vécus au cours de la recherche (phases de la recherche mais aussi ressenti des élèves, attitude de certains), d'énoncer que certaines parties ont été résolues, que l'étendue et la difficulté du problème ne sont pas apparues tout de suite alors qu'elles paraîssent plus évidentes a posteriori, etc.

Bibliographie

Historique

> *5 mar I - ajout*
> *14 jan II - ajout référence à* Vrai ? Faux ?. . . On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3 *et son commentaire*

Vous trouverez ici une liste non exhaustive d'ouvrages liés au projet. Vous pouvez en proposer d'autres.

Apprentissages numériques CE2. Équipe ERMEL, INRP, éditions Hatier, 1999. On y trouve notamment le problème "Somme et différence" pp. 65-67.

Apprentissages numériques et résolution de problèmes CM1. Équipe ERMEL, INRP, éditions Hatier, 1998. On y trouve les problèmes "La piscine" pp. 70-73, "Le plus grand produit" pp. 74-78.

Apprentissages numériques et résolution de problèmes CM2. Équipe ERMEL, INRP, éditions Hatier, 1999. On y trouve les problèmes "Golf" pp. 56-62, "Somme et différence" pp. 63-68 (déjà présent dans l'ouvrage consacré au CE2), "Les cordes" p. 73-76.

Le travail en groupe des élèves. Michel Barlow, éditions Armand Colin, 1993. De nombreuses pistes en 105 pages à propos du travail en groupe dans les classes.

Vrai ? Faux ? ... On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3. ERMEL INRP On retrouve différentes situations proposées dans la collection publiée par l'équipe ERMEL. La situation "Le plus grand produit" est particulièrement détaillée au chapitre 3. On trouve aussi des commentaires de membres de l'équipe concernant leurs hésitations à proposer tel ou tel problème en CM1 ou CM2. Ils concluent que les problèmes peuvent être donnés dans les deux niveaux suivant les nombres choisis et l'objectif poursuivi.

Commentaires

Historique

14 jan II - ajout
16 nov III - ajout coordonnées

Ce projet a pour cadre une thèse de doctorat. C'est donc un travail de recherche avec ses contraintes propres et notamment celle de recueillir des données pour ensuite les analyser.
Cependant, il s'agit pour moi d'observer des enseignants qui travaillent dans les conditions les plus proches de la normale. Autant que possible, c'est donc au chercheur de s'adapter à l'enseignant et aux élèves et non l'inverse.
Par exemple, si vous estimez qu'une activité nécessite deux séances ou que celle que vous menez un jour d'observation s'avère être plus longue que prévue, ma présence ne doit pas vous empêcher de l'organiser comme vous l'entendez.
D'autre part, c'est toujours à vous que revient le choix des problèmes et de leur mise en oeuvre. Les énoncés des problèmes, ainsi que tous les documents proposés, sont destinés en premier lieu à des enseignants. Vous pouvez par exemple souhaiter modifier les énoncés ou prévoir des prolongements pour les présenter aux élèves.
Je n'ai évidemment pas à intervenir dans le déroulement de la séance.
Si vous avez des questions concernant le projet, n'hésitez pas à me les poser.

[coordonnées postales et téléphoniques, fax, adresse électronique]

Comptes-rendus

Historique

17 nov II - ajout. Les questions sont ici numérotées pour s'y référer plus facilement, elles ne l'étaient pas initialement.

Pour envoyer les comptes-rendus, utilisez l'adresse [adresse électronique de la liste] afin que chacun d'entre nous le reçoive.
Lors de notre réunion du 10 juin II, nous avons mis au point un outil pour faciliter la rédaction des comptes-rendus. Les questions qui composent ce guide sont les suivantes :

1. Est-ce que les élèves ont été capables de reformuler la consigne ?
2. Quelle proportion d'élèves a donné une réponse acceptable par rapport au problème ?
3. Les élèves sont-ils capables de schématiser la situation (quand c'est possible) ?
4. Les élèves sont-ils capables de réinvestir ce qui a été vu dans un autre contexte (exemple des cordes et des poignées de mains) quand c'est possible ?
5. Est-ce que le travail de groupe a fonctionné ?
6. Dans le cas où des élèves sont partis sur une mauvaise route, a-t-on réussi à leur expliquer pourquoi elle n'est pas correcte ? Ont-ils compris ?
7. Quelles sont les "idées" qui sont apparues dans la séance ? De la part des élèves ? De la part de l'enseignant ? Qu'est-ce qu'on en a fait ?
8. Quel rapport entre ce qu'on espérait comme bilan à la fin de la ou des séances et ce qu'on a obtenu ? Comment a-t-on conclu la séance ?
9. Y a-t-il eu des débats, des échanges ? Entre l'enseignant et les élèves ? Entre les élèves ? Comment se sont-ils déroulés ? Quelle(s) difficulté(s) pour les gérer ?
10. Comment a-t-on présenté le problème aux élèves ?

Vous pouvez aussi accéder aux versions de cet outil sous forme de fichier pdf [lien vers fichier pdf] ou bien Word [lien vers fichier MS Word].

Propositions pratiques

Historique

7 mai III - ajout

Suite à la réunion du 3 mai III, voici quelques propositions pour mettre en oeuvre les problèmes de recherche qui concernent les objectifs qu'on peut assigner à ces problèmes, la manière de les présenter, de gérer les débats et les réponses incompréhensibles de certains élèves.

Les éventuels problèmes rencontrés lors de la mise en oeuvre de ce type de séances peuvent trouver plusieurs explications qui peuvent être de nature différente, cela peut dépendre des circonstances, de la classe, du moment de l'année, des élèves, de l'enseignant, etc. Il ne s'agit pas ici de "solutions-miracles" mais de propositions évoquées par chacun lors de cette réunion.

Objectifs de ce type de séances

Il n'est pas toujours simple de se donner un ou des objectifs clairs lors de la première mise en oeuvre d'un problème donné car il est parfois difficile d'évaluer sa difficulté par rapport aux circonstances.

On ne peut pas toujours vouloir ou espérer une résolution totale du problème : choix de ne pas y consacrer trop de temps, les élèves ont peut-être suffisamment cherché. L'objectif dépend aussi du moment où on met en oeuvre le problème.

– si le problème est traité en 2 ou 3 séances, les objectifs pour chaque séance seront sans doute différents.
– un premier objectif peut être que les élèves soient en situation de recherche, qu'ils comprennent l'énoncé et commence à chercher, à mobiliser leurs connaissances librement. Selon les circonstances, c'est parfois le seul objectif d'une première séance.
– un deuxième objectif peut être que les élèves argumentent entre eux de la validité, de l'efficacité, de la facilité de compréhension d'une ou plusieurs solutions, de leur généralisation possible.
– autre objectif possible : que les élèves comprennent qu'on ne trouve pas toujours la solution d'un problème rapidement, qu'il y a des étapes, une progression vers la résolution. Un problème, ça résiste : même les chercheurs professionnels ne trouvent pas tout le temps.
– d'autres objectifs peuvent être que les élèves arrivent à exprimer, à présenter le fruit de leur recherche, à justifier leurs propositions.
– l'objectif peut être de résoudre partiellement le problème ou même d'en avoir seulement mesurer la difficulté. Ainsi, on peut décider de conclure sur le fait que telle ou telle solutions sont invalides et qu'on en a pas encore trouvées de valides. On peut remettre la suite de la résolution à plus tard (ex. de la partie "activités en cours" dans le classeur-élève). On peut aussi afficher certains ou tous documents des élèves dans un endroit de la classe. Cela peut permettre une maturation, on peut y revenir si l'occasion se présente.
– on peut conclure une ou plusieurs séances en revenant sur les différentes phases de la recherche pour que les élèves se rendent compte qu'ils ont déjà avancé même s'ils n'ont pas tout résolu (le problème résiste) : revenir sur les premiers résultats, les essais en cours, les idées simplement ébauchées mais non encore testées.

Manières de présenter le problème

Il n'est pas toujours facile de savoir jusqu'où aller dans les explications pour ne pas dévoiler la recherche.

Différentes options envisageables :

– présenter l'énoncé écrit au tableau et/ou à l'aide d'un énoncé par élève
– oraliser le problème, dire le texte au lieu de l'écrire
– demander si des mots gênent la compréhension des élèves
– montrer l'énoncé durant un temps restreint au dos d'un tableau puis le cacher avant de demander aux élèves de décrire la tâche à accomplir, le problème à résoudre, puis présenter à nouveau l'énoncé pour compléter ce qui a été dit.
– "théâtraliser" le problème, l'énoncé, le raconter comme une histoire
– présenter le problème sans exemple et garder cette possibilité si des élèves partent dans une mauvaise direction
– présenter un exemple simple, qui n'est pas exhaustif. Par exemple, pour le problème du plus grand produit, on peut présenter seulement un cas d'addition de deux termes sans évoquer la possibilité d'additionner 3, 4, etc. termes. Pour 14, présenter seulement $12+2$ et pas d'autres exemples tels que $3+3+3+3$.
– partir d'une situation vécue par la classe (ex : visite du collège et idée de planning pour le problème de la piscine) pour présenter le problème.
– présenter l'énoncé comme un défi, un challenge à relever
– ne pas trop restreindre l'énoncé dès le départ pensant gagner du temps par exemple en réglant les cas "évidents" avant toute recherche des élèves. Laisser découvrir et traiter ces cas peut aider certains élèves à se lancer dans la recherche. Autre avantage : c'est l'occasion pour eux de trouver un premier résultat.

Manières de gérer les débats

Propositions :

– éventuellement, rappeler ou faire rappeler aux élèves ce qu'il y avait à faire avant de commencer les débats
– organiser des mises en commun limitées (dans le temps, dans le nombre d'interventions autorisées, dans la qualité des justifications demandées, sans attendre que les élèves aient

fini) : cela peut permettre de recadrer éventuellement la recherche sur le problème posé au cas où des élèves seraient partis sur une mauvaise piste, à élargir les façons de chercher, de remotiver les élèves, à rythmer la séance, à préparer les élèves à une présentation à venir de leur travaux, à voir que l'on ne résout pas toujours un problème en un seul essai dans une recherche, qu'il y a une progression. Autrement dit, au lieu de faire une unique recherche relativement longue suivi d'échanges, on peut commencer par une recherche courte (sans forcément annoncer sa durée), poursuivre par une mise en commun limitée, puis relancer la recherche et finir par une mise en commun plus complète.

- demander aux élèves au moment de la présentation des solutions si la proposition répond au problème posé (ou le sous-problème en cours de résolution, par exemple si des cas évidents ont déjà été tranchés), demander si la proposition est valable, laisser les élèves trancher en premier lieu, exiger un minimum de consensus et des argumentations.
- pour tenter de résoudre les problèmes (qui peuvent avoir des raisons multiples : élèves encore dans leur recherche, élèves fatigués, etc.) d'écoute et d'attention des élèves durant les échanges et les présentations des solutions, on peut :
  - prévenir avant la mise en commun "attention, écoutez ! dans 5 minutes, à telle heure, on va faire une mise en commun" en précisant éventuellement "vous devez maintenant préparer votre présentation pour que l'on comprenne, pour convaincre les autres que vous avez trouvé ou que vous êtes sur la bonne piste". On peut espérer des présentations de meilleure qualité.
  - choisir un seul rapporteur, au moment de la présentation, les autres peuvent aider à éclaircir si besoin.
  - être "souple" pour les présentations : laisser ouvert, libre concernant les moyens de présenter : avec/sans affiche, avec/schémas, avec/sans exemple, etc.

  Il n'est pas toujours souhaitable que tous les groupes présentent leur travaux de manière exhaustive : après chacune des premières présentations, demander si d'autres ont procédé de la même manière ou de manière similaire. Ainsi, on peut espérer gagner du temps, attirer davantage l'attention des élèves : il s'agit de ne pas présenter deux fois la même chose, ce qui n'est agréable pour personne, ils doivent donc être attentifs. Cette technique permet aussi que tous les groupes s'expriment même s'ils ne détaillent pas leur démarche. Si leur démarche est similaire à d'autres, ils peuvent éventuellement commenter brièvement les différences.

- dire aux élèves qu'ils doivent parler à leurs pairs, être compréhensibles, les convaincre. Éventuellement, l'enseignant peut se mettre en retrait, au fond de la classe par exemple.
- choisir les élèves que l'on interroge, s'appuyer sur des éléments plus fiables à certains moments pour gérer la dynamique de classe.
- concernant les problèmes pour obtenir de "vrai débats entre élèves", sans que les élèves d'adressent majoritairement à l'enseignant : demander aux élèves de se prononcer, sont-ils d'accords ? la présentation répond-elle au problème posé ? renvoyer les partisans des différentes propositions les uns contre les autres, ne pas trancher mais leur demander de le faire.
- après un certain temps de recherche, les élèves peuvent être trop fatigués pour poursuivre par une présentation : on peut alors laisser un temps pour préparer leur présentation et repousser celle-ci à une autre séance.

  Alternative : ne présenter que 2, 3 groupes avec des représentations très différentes, peut-être se limiter à une simple présentation (ex. 2 min. par groupe). Les débats peuvent être repoussés à une autre séance.
- risque de l'élève qui a trouvé rapidement : (comme pour les mathématiciens professionnels) mais réussit-il à expliquer et surtout à convaincre les autres ? L'enseignant peut même insinuer le doute dans l'esprit des élèves et demander à ce qu'ils s'assurent de leur conviction propre.
- Les élèves les plus rapides se trompent aussi : les moins doués se laissent embarquer et se rendent compte a posteriori que leur idée première était valable et qu'ils auraient du la défendre. Les débats au cours de l'année peuvent devenir plus équilibré (l'argument du plus fort n'étant plus la norme, au yeux de certains au moins)
- dans l'idéal, on peut faire passer en dernier les élèves qui sont les plus proches de la solution. Inconvénient : les élèves risquent de s'habituer à cette sélection. On ne peut sans doute pas toujours procéder ainsi.
- modifier les groupes au long de l'année tout en restant avec des groupes hétérogènes.

Manières de gérer des réponses peu compréhensibles

On ne peut pas toujours réussir à comprendre un élève qui s'exprime : l'élève peut se rendre en compte qu'il s'est trompé et finalement interrompre ses explications, le raisonnement peut paraître peu clair pour l'élève lui-même, il peut ne pas réussir à se faire comprendre, l'enseignant peut ne pas être suffisamment disponible pour suivre le raisonnement autant qu'il pourrait l'être dans un face à face par exemple ou en étudiant la solution seul.

Brièvement, les propositions pourraient se résumer en "renvoyer la dicussion des propositions vers les élèves (échanges entre pairs)" ou "reporter à plus tard".

- l'enseignant peut dire qu'il ne comprend pas et demander à d'autres élèves s'ils ont compris et s'ils veulent réexpliquer, leur demander s'ils sont d'accord avec la proposition et d'expliquer pourquoi la proposition permet bien de répondre au problème.

- les élèves peuvent aussi se comprendre entre eux (ou penser qu'ils se comprennent) alors que l'enseignant, lui, ne comprend pas : on peut demander aux élèves qui ont compris de réexpliquer avec leurs mots à eux.
- l'enseignant peut laisser la validation aux élèves au lieu de (in)valider lui-même les diverses propostions. Il peut dire "voilà ce que dit tel élève, tel groupe : les autres est-ce que vous êtes d'accord ? est-ce que ça répond au problème posé ?".
- laisser la solution incompréhensible en attente : "on verra ensemble plus tard car on a déjà passé beaucoup de temps sur ce point" ou dire que l'on regardera la solution plus tard (plus disponible en l'absence des élèves).
- les élèves présentent la proposition du groupe mais tellement raccourcie qu'elle devient incompréhensible : arrêter la présentation et renvoyer, pendant un temps fixé au départ, les élèves à une préparation de présentation avec l'objectif d'être compréhensibles par leurs pairs et de les convaincre.

CR réunion R1-I (5 mars)

Historique

12 mar I - ajout

L'objectif de cette réunion était de se rencontrer, de présenter plus finement l'expérimentation et notamment les problèmes que je vous propose de mettre en oeuvre dans votre classe.

Présentation du cadre de la recherche

L'expérimentation a lieu dans le cadre de mon mémoire de DEA en didactique des mathématiques. Ce diplôme permet une initiation à la recherche.

Ce cadre m'oblige à un certain nombre d'observations en classe, d'enregistrements audio/vidéo, de transcriptions des éléments mathématiques des divers documents, des situations de classe, des échanges entre les participants.

Je vous soumettrai deux questionnaires (sous forme papier), l'un en début d'expérimentation, l'autre à la fin. Ils concernent deux domaines principaux : l'informatique et la pédagogie.

Les problèmes proposés, leurs objectifs

La réunion a permis une première présentation des problèmes et des justifications mathématiques très rapides que l'on pouvait apporter. Ces éléments seront développés sur le site web [adresse du site Web].

Elle a aussi permis de repréciser l'esprit de ces problèmes (en conformité avec les I.O.). Il s'agit de travailler avec les élèves des compétences liées à la recherche de solutions d'un problème mathématique :

- chercher des solutions
- faire des hypothèses
- argumenter
- convaincre ses pairs
- trouver des solutions, le maximum de solutions, toutes les solutions...
- tâtonner, etc.

Il n'est pas sûr que tous les élèves aboutiront toujours à trouver toutes les solutions même si peut le souhaiter. Cela n'empêche pas d'atteindre ces objectifs.

Les problèmes que je vous propose ont déjà été expérimentés dans des classes de cycle 3 et on peut les trouver notamment dans les ouvrages de la collection ERMEL édités chez Hatier (voir bibliographie pour les références).

Les énoncés des problèmes, des contextes "concrets" parfois possibles

Ce type de problèmes permet aux élèves de faire des mathématiques assez rapidement une fois le problème posé car il minimise au maximum voire annule d'éventuels problèmes de lecture.

Les énoncés peuvent être éventuellement reformulés pour être adaptés à la classe.

Choisir un contexte "concret" pour les problèmes est un choix mais ces problèmes peuvent être posés tels quels (en prenant bien sûr des nombres pour poser le problème).

Par exemple, on peut proposer le problème "Somme et différence" tel quel ou considérer la somme et la différence des âges de deux personnes. C'est un choix de l'enseignant de le contextualiser. Dans le ERMEL CE2, il est proposé tel quel.

Le problème "les cordes" peut aussi être posé en termes de "poignées de mains" (voir le module consacré à ce problème).

Les éléments minimums disponibles à propos des problèmes sur le site web.

Les éléments minimums proposés par les participants pour les problèmes sont : des exemples, les solutions, la justification mathématique des solutions. Il est possible d'étoffer ultérieurement cette liste notamment par les propositions des participants par exemple à partir de vos compte-rendus, de vos propositions.

Le travail en groupe des élèves

Il est généralement possible (groupes de 2, de 3, 4...) mais c'est un choix de l'enseignant et cela peut se discuter suivant les classes, les habitudes, le problème envisagé, etc. Son intérêt tient souvent au fait que ce type de problème est suffisamment simple d'apparence pour permettre aux élèves de s'en saisir simplement mais qu'il est aussi suffisamment complexe pour ne pas permettre à un élève seul de le résoudre dans un temps raisonnable. Ainsi, les interactions au sein des groupes et entre les groupes permettent à la classe de résoudre partiellement ou en totalité le problème dans une relative autonomie de réflexion.

Certains ont rappelé qu'il peut se poser le problème de l'influence d'un élève sur d'autres membres du groupe. Il n'est pas toujours possible d'éviter ce biais à chaque fois et c'est souvent après quelques expériences de ce genre que les élèves, ayant subi l'influence de tel ou tel, prennent plus d'assurance et se rendent compte qu'ils avaient compris certains éléments du problème mais n'avaient pas osé les exprimer.

Les réponses des élèves

Les élèves peuvent proposer différentes méthodes (pas toujours prévisibles) et il n'est pas toujours évident de trancher sur leur validité. Notre collaboration peut aussi permettre d'affiner notre connaissance des propositions possibles des élèves.

Si des élèves proposent des solutions pour lesquelles un doute subsiste, il est possible de contacter les collègues ou moi-même pour tenter de trancher.

La durée des séances

Il se peut que la recherche du problème se déroule en deux fois. En effet, il peut y avoir beaucoup de calcul et les élèves peuvent être fatigués, on peut s'arrêter sur « on a trouvé des solutions, mais on ne sait pas si on les a toutes ». Inversement, la résolution peut tourner court si un élève donne la solution rapidement et si la classe est convaincue de la justesse de celle-ci.

On peut aussi proposer des cas particuliers d'un problème pour une partie de la classe pour que ces élèves s'imprègnent davantage du problème, reporter la mise en commun si cela semble nécessaire.

Les compte-rendus ou fiches de préparation

L'objectif n'est pas de remplir des formulaires mais de s'échanger des informations. Par conséquent, ils n'ont donc pas à être exhaustifs, il s'agit plutôt de rendre compte de ce qui vous semble intéressant à communiquer aux autres participants.

Ces informations peuvent enrichir la préparation d'un autre collègue, lui suggérer des modifications. Elles permettent de confronter les expériences des uns et des autres.

Nous nous sommes néanmoins mis d'accord sur des "rubriques" qui semblent intéressantes à retenir :

- durée
- scénario : en deux fois, proposer des exemples aux élèves (préciser lesquels), élèves en groupes, travail individuel, une partie de la classe, ce qui risque de marcher, ce qui a marché, ce qui n'a pas marché, le texte de l'énoncé
- effets sur les élèves : les élèves se sont bien impliqués dans le problème, cela s'est fait progressivement, certains ont trouvé rapidement mais n'ont pas convaincu leurs camarades ce qui a donné lieu à des débats... Il est possible de rapporter des stratégies d'élèves inattendues.

La mise en place du calendrier

Étant donné les contraintes de chacun, nous nous sommes mis d'accord sur mise en oeuvre d'un des problèmes de votre choix avant les congés de Pâques : nous avons choisi la semaine du 7 au 12 avril.

Je vous contacterai pour que nous choisissions une date afin que je puisse observer le déroulement des séances.

Nous avons prévu la deuxième mise en oeuvre d'un second problème dans la période du 26 mai au 7 juin avec une préférence pour la semaine du 2 au 7 juin.

Vous pouvez aussi choisir d'expérimenter un plus grand nombre de problèmes dans votre classe. De mon côté, je suis intéressé pour y assister en fonction de mes disponibilités et si vous en êtes d'accord.

Présentation de la plate-forme Ganesha

Au départ conçue pour des formations à distance, elle fournit les outils que je recherchais. Je l'ai modifiée pour l'adapter à cette expérimentation.

Elle permet d'envoyer des messages au groupe, à un membre particulier du groupe, à moi-même (voir la rubrique "Messagerie").

Il est possible de déposer des documents pour les mettre à disposition du groupe (voir la rubrique "Documents"). Par contre, la plate-forme ne vous permet pas actuellement de supprimer ou modifier un document préalablement déposé. Il vous suffit de m'écrire si vous souhaitez en mettre une nouvelle version ou le supprimer.

On peut aussi envoyer des documents avec un éventuel message électronique (fichiers attachés, joints).

Coût financier des connexions

Il dépend du moyen de connexion utilisé pour se connecter à internet. Vous pouvez éventuellement choisir d'imprimer certaines pages pour les consulter ultérieurement.

C.3 Golf

Présentation

Historique

4 mar I - ajout

Le problème
Le problème consiste à atteindre un nombre à partir de multiples de deux autres nombres.
Un exemple
Atteindre 23 à l'aide de multiples de 2 et de 5.
On trouve par exemple $2\times4+3\times5=23$.

Cet exemple est proposé dans le ERMEL CM2.

Exemples

Historique

4 mar I - ajout
9 nov II - correction de $1\times8+11\times3$ *en* $8\times8+11\times3$

Exemple 1
Atteindre 41 avec 8 et 3
Il y a plusieurs solutions (2 exactement) :
- 4 x 8 + 3 x 3
- 8 x 8 + 11 x 3

Exemple 2
Atteindre 97 avec 8 et 3
Ici le nombre de solutions est plus grand :
- 11 x 8 + 3 x 3
- 8 x 8 + 11 x 3
- 5 x 8 + 19 x 3
- 2 x 8 + 27 x 3

On peut demander aux élèves de chercher le plus de solutions possibles.

Exemple 3
Atteindre 92 avec 5 et 3
Les solutions :
- 16 x 5 + 4 x 3
- 13 x 5 + 9 x 3
- 10 x 5 + 14 x 3
- 7 x 5 + 19 x 3
- 4 x 5 + 24 x 3
- 1 x 5 + 29 x 3

On peut demander aux élèves de prouver qu'ils obtiennent toutes les solutions.

Exemple 4
Atteindre 23 à l'aide de multiples de 2 et de 5.
Les solutions :
- 2 x 4 + 3 x 5 = 23
- 2 x 9 + 1 x 5 = 23

Cet exemple est proposé dans le ERMEL CM2.

Preuve

Historique

4 mar I - ajout
28 avr II - ajout détails sous forme d'un tableau pour trouver les solutions (exemplifie ce qui était déjà écrit)

Prenons l'exemple "Atteindre 41 avec 8 et 3", ce problème revient à chercher x et y, deux nombres entiers qui vérifient l'équation à deux inconnues : $3x+8y=41$
Pour trouver la ou les solutions, on peut tester successivement des valeurs de x et déduire la valeur de y (ou l'inverse). Par exemple, on essaye successivement $x=0,1,2$, etc. et on cherche l'éventuelle valeur de y correspondante.
Inversement, si on commence par choisir des valeurs de y, on peut voir plus rapidement si le complément à 41 est un multiple de 3 ou non. En effet, il y a moins de multiples de 8 inférieurs à 41 que de multiples de 3.

Essais

y	8y	comp. à 41	x
0	0	41	-
1	8	33	11
2	16	25	-
3	24	7	-
4	32	9	3
5	40	1	-

On peut aussi utiliser l'égalité : $y=(41-3x)/8$.

Ceci permet, en remplaçant x par la valeur choisie, de calculer directement y. L'utilisation d'un logiciel de type tableur facilite l'obtention de la liste des solutions avec cette formule.

Il suffit de ne garder que les solutions entières.

Commentaires

Historique

13 jan II - ajout

Éléments de recherches et de débats possibles

Selon les cas envisagés, il n'y a pas le même nombre de solutions. Les élèves, sans forcément les trouver toutes dans un premier temps, peuvent en trouver au moins quelques-unes. Ceci peut permettre d'envisager la question de l'exhaustivité des solutions après une première phase de familiarisation.

Les élèves peuvent donc successivement aborder les aspects suivants :

- trouver une solution
- trouver le maximum de solutions
- trouver toutes les solutions

C.4 Piscine

Présentation

Historique

4 mar I - ajout
17 mar I - ajout de l'exemple

Le problème

Des élèves de plusieurs écoles ont la possibilité d'aller à la piscine une fois par semaine.
La piscine ne peut contenir que 180 élèves à la fois.
Le maître responsable doit organiser le planning pour retenir le minimum de créneaux à la piscine.
Les élèves d'une école ne peuvent pas être séparés.
Comment organiser le planning ?

Un exemple

On peut considérer par exemple que les effectifs des écoles qui souhaitent aller à la piscine sont les suivants :

25, 45, 85, 115, 75, 65, 35, 95.

Exemples

Historique

4 mar I - ajout
9 nov III - correction de $70+50+25+15$ *en* $70+50+25+15+20$

Exemple 1

25, 45, 85, 115, 75, 65, 35, 95

On a dans ce cas une "saturation" à 180 (chaque groupe est formé d'exactement 180 élèves).
L'unique solution est :

- $115+65$
- $75+35+25+45$
- $85+95$

Exemple 2

Avec des groupes de 30, 60, 70, 90, 100, 110, 50, 40, comment peut-on envoyer tous les enfants à la piscine sur trois créneaux ?
Dans ce cas la solution est impossible car le total (550) dépasse $540 (= 3\times 180)$. Le maître responsable ne peut donc pas trouver de solution pour que tous les élèves se rendent à la piscine.

Exemple 3

Avec des groupes de 20, 60, 90, 140, 30, 70, 50, 80, comment peut-on envoyer tous les enfants à la piscine sur trois créneaux ?
Le nombre total est toujours égal à 540 mais c'est impossible car on ne peut pas saturer tous les groupes à 180 élèves. En effet, le groupe de 140 ne peut pas être complété pour former un créneau de 180, au mieux on obtient $140+30=170$

Exemple 4

120, 75, 100, 25, 105, 45, 155, 60, 35
On a ici un total de 720 élèves que l'on peut répartir sur 4 créneaux saturés à 180.

Exemple 5

90, 85, 65, 45, 40, 35
Ici, on a $360 = 2\times 180$ élèves mais, du fait des nombres choisis, il faut retenir au moins 3 créneaux.

Exemple 6

105, 160, 35, 25, 75, 80, 60, 125, 40
Le total est de 705 élèves $< 4\times 180$, mais il faut réserver 5 créneaux.

Exemple 7

15, 20, 25, 30, 40, 50, 150, 70, 80, 60
Il y a 3 possibilités :

- $150+30$
- $80+60+40$
- $70+50+25+15+20$

ou

- $150+30$

– $80+60+25+15$
– $70+50+40+20$
ou encore
– $150+30$
– $80+40+25+20+15$
– $70+60+50$

Preuve

Historique

4 mar I - ajout

La solution du problème consiste en une recherche relativement systématique. Cependant, l'ensemble des combinaisons n'est pas à rechercher car certaines sont impossibles.
Deux exemples sont traités ci-dessous.
Une stratégie possible
Avec les groupes suivants : 120, 75, 100, 25, 105, 45, 155, 60, 35, il s'agit dans un premier temps de voir le nombre de créneaux maximum. Il suffit de trouver le quotient du total des élèves par 180. Le total de 720 permet d'espérer un minimum de 4 créneaux.
Il faut alors vérifier que chaque créneau peut être complété jusqu'au maximum de 180.
Il est judicieux de placer les groupes les plus importants et de chercher ensuite à les compléter jusqu'à 180.
Ici, on peut commencer par prendre le groupe de 155. Il ne peut être compléter que par le groupe de 25.
Il reste les groupes 120, 75, 100, 105, 45, 60, 35.
On prend donc le groupe de 120. Pour le compléter jusqu'à 180, seul 60 peut convenir. Il reste alors les groupes 75, 100, 105, 45, 35.
De la même manière, on trouve les groupes :
– $105+75$
– $100+45+35$
L'unique solution est donc :
– $155+25$
– $120+60$
– $105+75$
– $100+45+35$
La même stratégie sur un autre exemple
150, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 25, 20, 15
L'animation est basée sur cet exemple.

Ici la recherche peut sembler longue avant de s'y plonger. En réalité, la seule possibilité pour 150 est d'être associé à 30. Les groupes de 70 et 80 ne peuvent être associés au même créneau car il faudrait compléter avec un groupe de 30 pour le saturer, or le seul groupe de 30 est associé à 150. Par conséquent, il reste à chercher des possibilités pour le créneau qui contient le groupe de 80. Le créneau formé à partir du groupe de 70 découle des résultats trouvés pour 80 car il suffit de prendre les groupes qui restent.

Si les créneaux peuvent être saturés, 15 et 25 doivent être associés. Dans le cas contraire, le chiffre des unités de deux des groupes sera 5 ce qui ne permet pas d'atteindre 180.

On peut donc essayer avec $80+60=140$. Pour le compléter jusqu'à 180, il n'y a que deux possibilités : 40 ou bien $25+15$.

Ce qui donne les deux possibilités :
– $150+30$
– $80+60+40$
– $70+50+25+15$

ou

– $150+30$
– $80+60+25+15$
– $70+50+40$

On peut ensuite essayer avec $80+50=130$. Pour saturer le créneau, il faut obtenir 50 avec les groupes restants (i.e. 15, 20, 25, 40, 60 car 70 est impossible d'après l'explication présentée plus haut). C'est impossible.

Il reste à tester la possibilité $80+40=120$. Il faut donc former le complément à 180, c'est à dire 60, avec 15, 20, 25, 50, 60.

Mis à part la possibilité déjà trouvée de prendre 60, on peut le faire avec $25+15+20$. On aboutit à la solution :
– $150+30$
– $80+40+25+20+15$
– $70+60+50$

Il faudrait ensuite considérer l'association 80 et un nombre inférieur à 40 mais on retombe alors dans des configurations déjà trouvées.

Animation

Historique

13 jan II - ajout

[résolution animée d'un exemple : des essais sont écrits et barrés suivant qu'ils conviennent ou pas]

Commentaires

Historique

13 jan II - ajout

Éléments de débats possibles

La solution du problème consiste en une recherche relativement systématique. Cependant, l'ensemble des combinaisons n'est pas à rechercher car certaines sont impossibles. Les élèves peuvent s'en rendre compte au fur et à mesure de la recherche.

- un premier cas, qui n'a qu'une unique solution, permet aux élèves de se familiariser avec le problème.
- un cas qui a plusieurs solutions permet de ré-étudier le premier cas sous un nouveau jour : prouver l'unicité de la solution. Le fait que tous les élèves n'avaient trouvé qu'un cas auparavant n'est alors plus considéré comme une preuve, il faut trouver d'autres arguments (le premier exemple permet ce traitement relativement facilement, les autres sont un peu plus long à traiter).
- les divers exemples permettent d'aboutir à des découvertes et des conclusions variées et sont susceptibles d'amener les élèves à argumenter leurs affirmations.

C.5 Plus grand produit

Présentation

Historique

4 mar I - ajout

Le problème

On cherche des décompositions additives d'un nombre donné.
Pour chacune, on forme le produit des différents termes.
Parmi les différentes décompositions additives d'un nombre, il s'agit de trouver celle qui donne le plus grand produit.

Un exemple

On a $14 = 12+2 = 3+3+4+4$.

D'un côté $12 \times 2 = 24$, de l'autre $3 \times 3 \times 4 \times 4 = 144$.

La décomposition $3+3+4+4$ donne le plus grand produit parmi ces deux décompositions additives.

Peut-on trouver une décomposition additive qui permet d'obtenir le plus grand produit possible ?

Exemples

Historique

4 mar I - ajout

Dans un premier temps, on peut choisir de mener individuellement le problème avec 10 (ce qui fait déjà 14 décompositions possibles) puis faire une synthèse collective.
Dans un deuxième temps, on peut proposer 14 avec les mêmes modalités

Avec les élèves en groupe et après ces exemples, on peut leur proposer de résoudre le problème pour n'importe quel nombre. En effet, au cours de la mise en commun pour les cas "10" et "14", les élèves auront déjà découvert quelques propriétés qui leur permettront de tenir un raisonnement proche de la preuve et de ne pas tenter de chercher toutes les décompositions possibles.

Preuve

Historique

4 mar I

Cette partie est largement inspirée du chapitre 3 de *Vrai ? Faux ? ... On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3.*

Solution du problème

On effectue la division euclidienne du nombre considéré par 3 :

- si le nombre est multiple de 3, le plus grand produit s'obtient en calculant le produit $3 \times 3 \times \cdots \times 3$. Par exemple, pour 12, le plus grand produit est 81.
- si le reste de la division est 1, on considère la décomposition $3+3+\cdots+3+4$ et on calcule le produit correspondant. Par exemple, pour 10, le plus grand produit est 36.
- si le reste est 2, le plus grand produit s'obtient à partir de la décomposition $3+3+\cdots+3+2$. Par exemple, pour 14, on trouve 162.

Éléments de preuve

La preuve s'appuie sur les éléments suivants :

- si 0 figure dans la décomposition additive, le produit des termes est nul.

– si 1 figure dans la décomposition additive, le produit des termes est amélioré en ajoutant 1 à un des termes du produit (ex. $3 \times 3 \times 4$ au lieu de $3 \times 3 \times 3 \times 1$)).
– si, dans une décomposition additive, tout nombre supérieur ou égal à 5 est décomposé en deux termes supérieurs à 1, le produit de ces 2 termes sera plus grand que le nombre de départ. En effet, si n est un des nombres de la décomposition, en le remplaçant par $[(n-2)+2]$ on ne change pas la somme, et le produit devient $2x(n-2) = 2n-4 = n+(n-4)$. Or $(n-4)$ est positif si n est supérieur à 4, donc $n+(n-4)$ est supérieur à n, si n est supérieur à 4. Tout nombre n supérieur à 4 (supérieur ou égal à 5) permet d'obtenir un plus grand produit si on le remplace par $2x(n-2)$. En appliquant cette propriété, les seuls nombres conservés sont des 3 ou des 2 (puisque $4 = 2x2$).
– si dans un produit on remplace $2x2x2 = 8$ par $3x3 = 9$, le produit sera plus grand; donc dès qu'il y a trois 2 dans la décomposition, on remplace $2x2x2$ par $3x3$; on ne conserve donc parmi les termes du produit que un ou deux 2.

Chacune de ces propriétés peut être formulée par des élèves de CM (sans utiliser des notations littérales), à l'occasion, par exemple, de la critique de propositions débattues. Bien entendu, elles ne sont pas exprimées par eux, directement, dans un ensemble cohérent, et ne revêtent pas la forme synthétique d'une démonstration.

Le champ numérique doit être limité: les connaissances des élèves du CM1 ou du CM2 ne leur permettent pas de résoudre le problème quel que soit le nombre donné. Par exemple si les élèves peuvent comprendre que pour 100, le produit $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$ est plus grand que 50×50, il est très difficile qu'ils conçoivent lors des phases de recherche, que l'on peut trouver des décompositions donnant des produits plus grands que $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$; les calculs devenant aussi trop longs et par conséquent hasardeux.

Commentaires

Historique

13 jan II -ajout
28 avr II - ajout de l'item « vérifier les règles sur les différents nombres étudiés »

Éléments de débats possibles

– le plus grand produit obtenu pour un nombre donné au départ
– règles variées pour obtenir ce plus grand produit (combinaisons à éviter, à privilégier, etc.)
– vérifier les règles sur les différents nombres étudiés

Si on propose successivement la recherche pour deux nombres (10 et 14 par exemple), un travail en groupe peut être justifié par le fait que pour le premier nombre, un certain nombre d'élèves pensaient avoir abouti. Ce n'est qu'après les avancées des uns et des autres que le plus grand (ou au moins le plus grand des nombres trouvés par les élèves) a été découvert. Le travail de groupe est donc motivé par le fait qu'il faut s'assurer d'avoir le plus grand possible.

Le travail de groupe peut aussi se justifier par la recherche explicite de règles générales pour trouver le plus grand nombre.

C.6 Cordes

Présentation

Historique

4 mar I - ajout

Le problème

On place un certain nombre de points sur un cercle.

Est-il possible de trouver le nombre de cordes (segment joignant deux points du cercle) ?

Exemples

Historique

4 mar I - ajout

On peut commencer par 6 points sur un cercle disposés de façon irrégulière. On obtient 15 cordes.
On peut ensuite passer à 10 points ce qui donne 45 cordes. Les élèves ont peu de chance de pouvoir les compter de façon sûre.

On peut aborder, sans obligatoirement le poser comme tel, le cas général en proposant de chercher une méthode pour trouver relativement facilement le nombre de cordes pour 32 points, 210 points, etc.

Preuve

Historique

4 mar I - ajout

Solutions

Si on place n points sur un cercle, le nombre de cordes est égal à : $n(n-1)/2$. Par exemple, pour 6 points, le nombre de cordes est égal à $(6 \times 5)/2 = 15$.

Preuve 1

La preuve revient à calculer la somme $(n-1)+\cdots+3+2+1$.

On effet, on choisit un des points. Il permet d'obtenir $(n-1)$ cordes. En prenant un autre point, on obtient une corde de moins, c'est à dire $(n-2)$ et ainsi de suite jusqu'à l'avant-dernier point qui ne peut être joint qu'au dernier point, ce qui donne une seule corde.

Le calcul de la somme $(n-1)+\cdots+3+2+1$ s'effectue de la manière suivante. On effectue :

$$\begin{array}{ccccccccccc} (n-1) & + & (n-2) & + & \cdots & + & 2 & + & 1 & + \\ 1 & + & 2 & + & \cdots & + & (n-2) & + & (n-1) & \end{array}$$

ce qui donne : $n+n+n+\cdots+n$ $\quad (n-1 \text{ fois})$

Par conséquent, on a calculé que 2 fois la somme recherchée est égale à $(n-1) \times n$. Il faut donc diviser cette expression par 2 pour obtenir la somme elle-même.

Preuve 2

Il y a n points. Chaque point est relié à $(n-1)$ points. Mais, avec cette méthode, chaque corde est comptée 2 fois (une fois par extrémité). On obtient donc $n(n-1)/2$ cordes.

Animation

Historique

13 jan II - ajout

Les animations illustrent deux stratégies de résolution dans le cas de 6 points : la première stratégie où l'on compte les cordes qu'une unique fois et la deuxième où on les compte toutes deux fois (pour ensuite diviser le nombre obtenu par 2).

Première méthode

Le nombre de cordes est de $5+4+3+2+1 = 15$.

Une variante (raisonnement par récurrence) consiste à déduire le cas des 6 points de celui des 5 points (que l'on peut calculer à part). Il suffit d'ajouter les 5 nouvelles cordes créées par le sixième point à celles déjà comptées pour les 5 premiers (au nombre de 10). Ainsi, on obtient 5 + 10 = 15 cordes.

Le fait de proposer successivement certains cas, par exemple le cas de 5 puis de 6 points, risque d'induire cette stratégie.

Deuxième méthode

Il y a 5 cordes pour chacun des 6 points mais, ainsi, toutes les cordes sont comptées en double (en rouge dans l'animation). En effet, une corde relie 2 points donc on compte la corde pour une extrémité et on la recompte pour l'autre extrémité.

On obtient donc le nombre de cordes : $(5 \times 6)/2 = 15$

Commentaires

Historique

13 janv II

28 avr II ajout précision du risque d'induction de la procédure par récurrence

Éléments de débats possibles

- méthode pour être sûr de compter toutes les cordes sans en oublier
- moyen de communiquer sa démarche (les élèves peuvent proposer plusieurs types de codage, par exemple basés sur des couleurs)
- des élèves peuvent proposer la preuve basée sur la multiplication sans qu'ils soient capables de l'expliquer dans un premier temps : cette preuve ne peut être considérée comme valide sans une explication acceptée par la classe. À l'issue des débats, l'enseignant peut en proposer une explication.
- efficacité des différentes formules : elle dépend du nombre de points considéré

Autres éléments de l'activité

- certains élèves risquent de confondre *cordes* et *diamètres*
- un nombre élevé de points oblige la recherche d'une méthode générale
- proposer des cas qui se succèdent (5 points, 6 points, etc.) risque d'induire la preuve par récurrence

C.7 Somme et différence

Présentation

Historique

4 mar I - ajout

Le problème

On connaît la somme ainsi que la différence de deux nombres entiers naturels.

Est-il possible de retrouver ces deux nombres ? Sont-ils uniques ?

Exemples

Historique

4 mar I - ajout

On note S la somme et D la différence des deux nombres entiers.

Exemple 1

$S = 49$ et $D = 3$: solution 26 et 23

Exemple 2

$S = 43$ et $D = 17$: solution 30 et 13

Exemple 3

$S = 38$ et $D = 16$: solution 27 et 11

Exemple 4

$S = 40$ et $D = 6$: solution 23 et 17

Exemple 5

$S = 73$ et $D = 9$: solution 41 et 32

Exemple 6 (cas d'impossibilité)

$S = 32$ et $D = 7$

Il n'y a pas de solution car la somme et la différence doivent avoir la même parité (i.e. toutes les deux paires ou toutes les deux impaires).

Preuve

Historique

4 mar I - ajout

28 avr II - ajout tableau d'un exemple de recherche

On note S la somme et D la différence des deux nombres entiers.

Il n'y a pas de solution lorsque la somme et la différence n'ont pas la même parité (i.e. toutes les deux paires ou toutes les deux impaires).

Solutions et première preuve

On appelant x et y les deux nombres, le problème se modélise ainsi :

$$x + y = S$$
$$x - y = D$$

C'est un système de deux équations à deux inconnues dont les solutions sont :

$$x = (S + D)/2$$
$$y = (S - D)/2$$

Par exemple, pour $S = 43$ et $D = 17$, les solutions sont :

$$x = (43 + 17)/2 = 60/2 = 30$$
$$y = (43 - 17)/2 = 26/2 = 13$$

Étant donné que les deux nombres s'obtiennent par une division par 2, il faut que les deux numérateurs soient pairs. Ceci n'est possible que dans le cas où S et D ont même parité (i.e. S et D paires ou S et D impaires).

Deuxième preuve

Pour un cas donné, on peut aussi chercher la solution en listant toutes les possibilités pour le plus grand nombre à partir de 1 (ou le plus petit à partir de la valeur de la somme) jusqu'à la moitié de la somme. En effet, dans cette progression, le rôle du plus grand et du petit nombre "s'échangent" à la moitié de la somme ce qui fait nous assure que tous les cas ont été traités.

Exemple :

Soit x le plus grand des deux nombres. On essaye successivement 1, 2, 3, etc. On calcule le y correspondant à l'aide de la somme et on vérifie la valeur de la différence (ou l'inverse). Une fois arrivé à $x = 15$ et $y = 15$ (si on utilise la somme pour calculer y), les rôles de chacun s'échangent et c'est y qui devient le plus grand des deux nombres, ce que le calcul de la différence ne permet pas. C'est la fin de la recherche exhaustive.

Exemple d'essais

x	y calculé à l'aide la somme	différence
1	29	28
2	28	26
3	27	24
4	26	22
5	25	20
…	…	…

Commentaires

Historique

13 jan II - ajout

Éléments de débats possibles

Il existe deux types d'exemples parmi ceux qui sont proposés : ceux qui admettent une solution et ceux qui n'en admettent aucune.

Quelques exemples avec une solution peuvent permettre aux élèves de se familiariser avec le problème. Certains points peuvent être évoqués au cours des échanges entre élèves :

- vérifier les différents résultats
- langage ou notation communs pour identifier les différents nombres en présence (la somme, la différence et les deux nombres de départ)

– méthodes (utilisation de tableaux de nombres, formules, etc.) pour s'assurer de l'exhaustivité
– une fois qu'un nombre est trouvé, par exemple à l'aide d'une formule du type $(S+D)/2$, l'autre se calcule

Après quelques exemples ayant une solution, un exemple sans solution peut être proposé. On peut aussi poser le cas général, la multiplicité des essais des élèves permet d'obtenir des cas sans solution.
Les élèves peuvent alors être mis devant une nouvelle situation qui consiste à trouver une solution ou à expliquer pourquoi il n'y en a pas.
Divers points peuvent être envisagés :
– influence de la parité des nombres de départ (une preuve n'est pas facilement envisageable)
– retour sur l'exhaustivité des solutions dans les exemples précédents (pendant un moment, les élèves sont persuadés que tous les cas admettent une solution, puis découvrent qu'il y a des exceptions. Plus ou moins surpris, ils peuvent envisager qu'il y ait plusieurs solutions pour les premiers exemples).
– les éventuelles formules trouvées peuvent être (in)validées par les élèves en observant le rôle des nombres dans plusieurs exemples numériques

C.8 Tours

Présentation

Historique

16 nov III - ajout

Le problème
Avec 4 cubes de couleurs différentes, combien de tours différentes peut-on faire ?

[image d'une tour colorée en exemple]

Exemples

Historique

16 nov III - ajout

[simulation de la recherche des tours avec une base verte en alternant successivement les autres couleurs avec des images]

Il reste à faire celle qui ont une base jaune, rouge et enfin bleue.

Preuve

Historique

16 nov III - ajout

Première méthode
On choisit une couleur, par exemple vert. Ensuite, on cherche à construire ou à représenter toutes les tours qui ont une base verte.
On peut par exemple commencer par celle qui ont le deuxième étage bleu. Il reste à choisir la couleur des deux derniers étages. Il y a deux possibilités : *jaune, rouge* et *rouge, jaune*.
[images des 2 tours possibles]
On a obtenu 2 possibilités.
On change la couleur du deuxième étage par rouge (à la place de bleu). Pour les deux derniers étages, on a donc le choix entre bleu et jaune. On peut choisir *bleu, jaune* ou *jaune, bleu*.
[images des 2 tours possibles]
Là aussi, on a 2 possibilités.
On recommmence avec jaune pour le deuxième étage et on obtient là aussi 2 nouvelles possibilités.
[images des 2 tours possibles]
Avec une base verte, on a obtenu 6 tours différentes au total.
Avec une base jaune, rouge ou bleue, on obtient dans chaque cas le même nombre de tours différentes les unes des autres.
Cette méthode permet d'obtenir toutes les tours possibles et donc de connaître leur nombre qui est par conséquent de $4x6 = 24$.
Deuxième méthode
Cete méthode permet de trouver le nombre de tours sans les construire. Cependant, le raisonnement peut être lié à la première méthode en imaginant les constructions possibles.
Pour le 1e cube, il y a 4 choix possibles. Pour le deuxième, il n'y a plus que 3 choix possibles. Pour le 3e cube, il n'y a plus que 2 choix possibles et enfin il ne reste qu'un unique choix pour le dernier cube.

Le nombre de tours possibles est donc $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$.

Commentaires

Historique

16 nov III - ajout

Éléments de débats possibles
(sans ordre particulier)

- dénomination des cubes qui forment la tour ou de la tour elle-même : cube, étage, niveau, etc., tour, empilement, pile, etc.
- signification de l'expression "deux tours différentes", ce qui est identique, ce qui est différent
- méthodes pour s'assurer que les combinaisons trouvées dans un groupe ou dans la classe entière sont toutes uniques
- méthodes pour s'assurer qu'aucune autre solution ne peut plus être trouvée

C.9 Somme des chiffres

Présentation

Historique

16 nov III - ajout

Le problème

Chercher des nombres dont la somme des chiffres est égale à un nombre donné.
Par exemple, chercher les nombres dont la somme des chiffres est égale à 5 (16 nombres).

Même consigne avec 6 (32 solutions).

Preuve

Historique

16 nov II - ajout

Si on prend un nombre n entier quelconque, un raisonnement général basé sur celui qui suit aboutit au nombre de solutions $2^{n-1)}$.
Pour 5, le nombre de solutions est $2^{n-1)} = 2^4$ donc soit 16 solutions.
Pour 6, le nombre de solutions est $2^{6-1)} = 2^5$ donc soit 32 solutions.

Preuve dans le cas de 5

Si on considère que l'on peut prendre le chiffre 0, le nombre de solutions est infini car on peut prendre par exemple 5 suivi d'autant de 0 que l'on veut pour avoir une solution.
Traitons maintenant le cas 5 sans utiliser de 0.
On ne peut avoir plus de 5 chiffres car sinon la somme des chiffres est forcément supérieure à 5 (il suffit de prendre 1 pour chaque chiffre pour le voir).
On a $5 = 1+1+1+1+1$.
Les nombres recherchés ont entre 1 (pour le nombre 5) et 5 chiffres (pour le nombre 11 111).
Pour trouver les différents nombres, il suffit de chercher les différents regroupements des 1 possibles dans la somme précédente.
Il y a alors le cas où l'on fait 1 seul regroupement (il correspond à la solution 5, nombre à un seul chiffre), 2 regroupements (on obtient les nombres à 2 chiffres), 3 regroupements (les nombres à 3 chiffres), 4 regroupements (nombres à 4 chiffres) et enfin 5 regroupements (le cas 11 111).
Par exemple dans le cas de 3 regroupements, on obtient successivement :

```
1 + 1 + 1 + 1 + 1 qui donne 113 (1 + 1 + 3)
   ^      ^
1 + 1 + 1 + 1 + 1 qui donne 122 (1 + 2 + 2)
   ^          ^
1 + 1 + 1 + 1 + 1 qui donne 131
   ^              ^
1 + 1 + 1 + 1 + 1 qui donne 212
       ^      ^
1 + 1 + 1 + 1 + 1 qui donne 221
       ^          ^
1 + 1 + 1 + 1 + 1 qui donne 311
           ^      ^
```

Pour effecteur ces regroupements, on voit qu'il suffit de placer les séparations (symbolisées ici par le signe ^) "à la place" des signes $+$.
Pour chaque type de regroupements, il faut donc savoir combien de positions sont possibles : c'est un exercice de combinatoire.

- pour obtenir un seul regroupement, on n'a qu'une possibité (5).
- pour obtenir 2 regroupements, on doit faire 1 choix parmi 4 possibles ce qui donne 4 possibilités.
- pour faire 3 regroupements, on doit faire 2 choix parmi 4 ce qui donne 6 possibilités.
- pour faire 4 regroupements, on doit faire 3 choix parmi 4 ce qui donne 4 possibilités.
- pour faire 5 regroupements, on n'a qu'une seule possibilité (11 111).

Au total, on peut donc trouver $1+4+6+4+1 = 16$ possibilités.

Commentaires

Historique

16 nov III - ajout

Éléments de débats possibles

(sans ordre particulier)
– si le zéro est autorisé, le nombre de solutions est infini : cette hypothèse est-elle intéressante à retenir ? Peut-on la discuter ?
– comment s'assurer que l'on a toutes les solutions ?
– comment s'assurer qu'il n'y a pas deux fois le même nombre ?

C.10 Rectangles

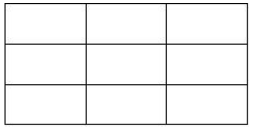
Présentation

Historique

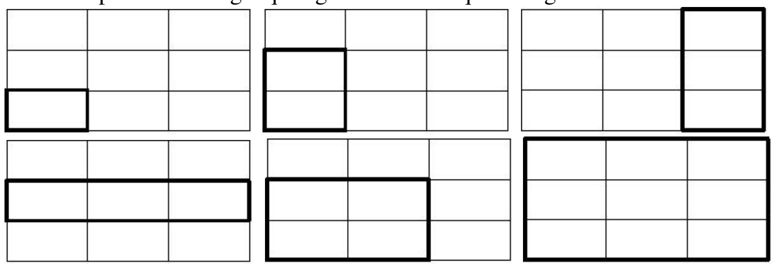
16 nov III - ajout
3 mai III ajout des images

Le problème

Dans un pavage rectangulaire (triangulaire, carré ou autre), combien y a-t-il de rectangles (triangles, carrés, etc.) ?
Par exemple, dans un quadrillage rectangulaire (ou carré) 3×3, combien y a-t-il de rectangles ?



Des exemples de rectangle qui figurent dans ce quadrillage :



Preuve

Historique

16 nov III - ajout

Dans le cas d'un quadrillage 3×3, il y a 36 rectangles.

Solution 1

On peut compter les rectangles de composés de 1 rectangle unité, puis ceux composés de 2, puis ceux composés de 3, etc.

Nb de rectangles-unités	Nb de rectangles
1	9
2	12
3	6
4	4
5	0
6	4
7	0
8	0
9	1

Solution 2

On peut faire un tableau pour compter les différents types de rectangles suivant leurs deux dimensions que l'on nomme ici x et y.
On obtient le tableau suivant :

x / y	1	2	3
1	9	6	3
2	6	4	2
3	3	2	1

Interprétation de la première ligne :
– il y a 9 rectangles de hauteur (x) 1 et de largeur (y) 1.
– il y a 6 rectangles de hauteur (x) 1 et de largeur (y) 2.
– il y a 9 rectangles de hauteur (x) 1 et de largeur (y) 3.

Commentaires

Historique

16 nov III - ajout

Éléments de débats possibles

(sans ordre particulier)
– comment décompter les rectangles pour tous les compter et les compter une unique fois ?
– qu'est-ce qu'un rectangle ?

– un carré est-il un rectangle (suivant les dimensions du rectangle unité, un ou des carrés peuvent apparaître parmi les rectangles) ?
– comment s'y retrouver dans un raisonnement général avec la "largeur" et la "longueur" des rectangles si "la longueur devient plus petite que la largeur" ?

C.11 Triangles colorés

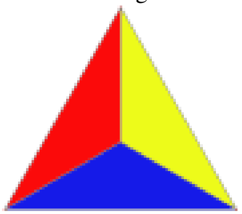
Présentation

Historique

16 nov III - ajout

Le problème

On partage un triangle équilatéral en 3 parties égales à partir de son centre de gravité comme le montre la figure :



Trouver tous les triangles colorés avec 3 couleurs parmi 4.

Preuve

Historique

16 nov III - ajout

On considère ici qu'un triangle est identique à un autre si on peut les superposer l'un sur l'autre (à l'aide d'une éventuelle rotation).

Pour chercher toutes les solutions, on cherche d'abord les triangles qui ont 3 couleurs identiques, puis ceux qui en ont 2 et enfin ceux qui ont 3 couleurs différentes.

3 couleurs identiques

[images des 4 triangles monocolores]

2 couleurs identiques

[images des 12 triangles bicolores présenter dans un ordre qui permet de vérifier l'exhaustivité de cette catégorie]

3 couleurs différentes

[images des 8 triangles permettant, elle aussi, de vérifier l'exhaustivité de la collection]

Commentaires

Historique

16 nov III - ajout

Éléments de débats possibles

(sans ordre particulier)

– qu'est-ce qui caractérise deux triangles identiques ? (en particulier, prise en compte des rotations possibles)
– 2 ou 3 parties peuvent-elle être de même couleur ?
– comment s'assurer qu'il n'y pas d'autres solutions ?
– comment s'assurer que l'on n'a pas deux fois le même triangle ?

C.12 Copies d'écran

FIG. C.1: Accueil du site Web une fois connecté.

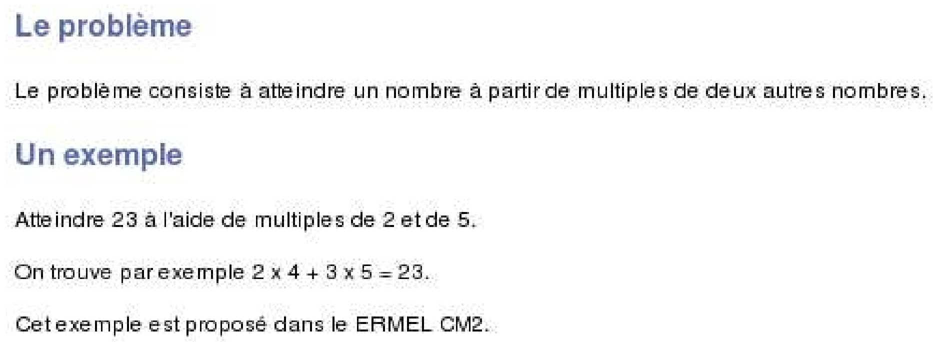


FIG. C.2: Présentation *Golf*.

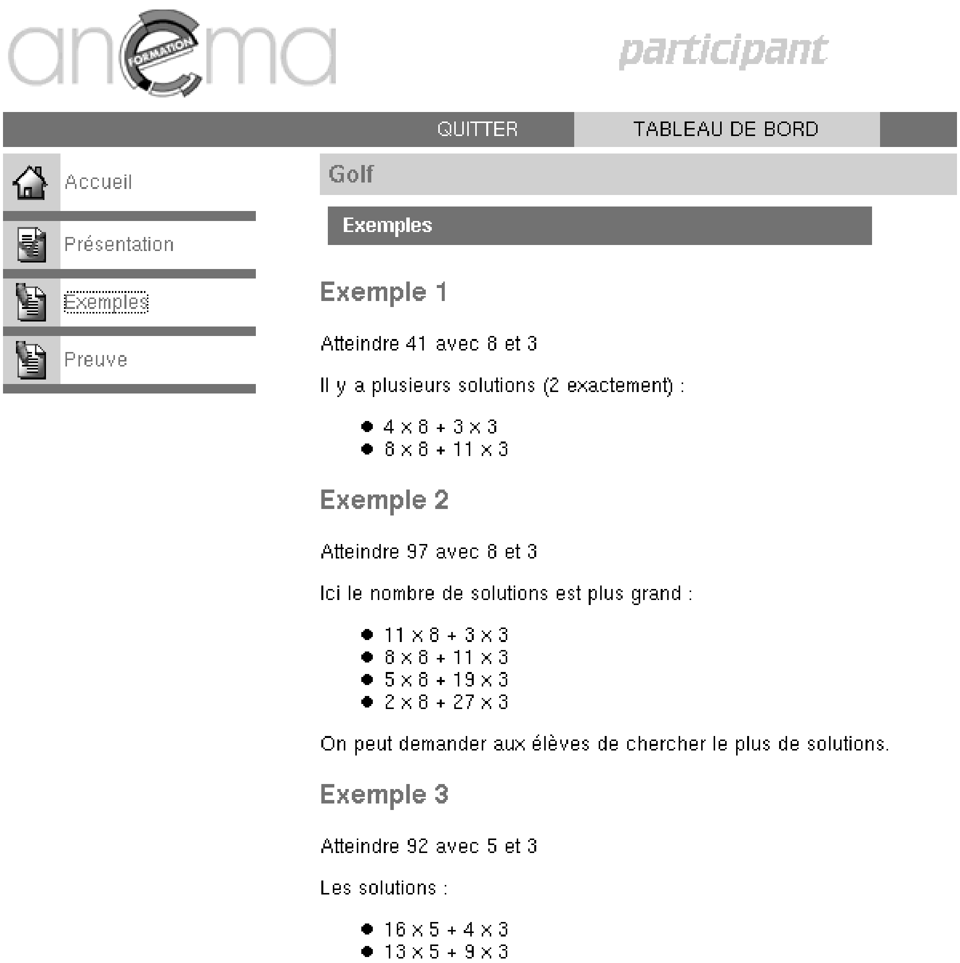


FIG. C.3: Illustration du menu disponible pour chaque section du site (ici haut de la page des exemples dans le cas de *Golf*).

Exemple 2

Atteindre 97 avec 8 et 3

Ici le nombre de solutions est plus grand :

- 11 x 8 + 3 x 3
- 8 x 8 + 11 x 3
- 5 x 8 + 19 x 3
- 2 x 8 + 27 x 3

On peut demander aux élèves de chercher le plus de solutions.

Exemple 3

Atteindre 92 avec 5 et 3

Les solutions :

- 16 x 5 + 4 x 3
- 13 x 5 + 9 x 3
- 10 x 5 + 14 x 3
- 7 x 5 + 19 x 3
- 4 x 5 + 24 x 3
- 1 x 5 + 29 x 3

On peut demander aux élèves de prouver qu'ils obtiennent toutes les les solutions.

FIG. C.4: Exemples *Golf*.

Stratégies de recherche de toutes les solutions

Prenons l'exemple "Atteindre 41 avec 8 et 3", ce problème revient à chercher x et y, deux nombres entiers qui vérifient l'équation à deux inconnues :

$3x + 8y = 41$

Pour trouver la ou les solutions, on peut tester successivement des valeurs de x et déduire la valeur d'y (ou l'inverse). Par exemple, on essaye successivement x = 0, 1, 2, etc. et on cherche l'éventuelle valeur de y correspondante.

Inversement, si on commence par choisir des valeurs de y, on peut voir plus rapidement si le complément à 41 est un multiple de 3 ou non. En effet, il y a moins de multiples de 8 inférieurs à 41 que de multiples de 3.

Essais

y	8y	comp. à 41	x
0	0	41	-
1	8	33	11
2	16	25	-
3	24	7	-
4	32	9	3
5	40	1	-

On peut aussi utiliser l'égalité :

$y = (41 - 3x) / 8$

Ceci permet, en remplaçant x par la valeur choisie, de calculer directement y. L'utilisation d'un logiciel de type tableur facilite le listage des solutions avec cette formule. Il suffit de ne garder que les solutions entières.

FIG. C.5: Résolution *Golf*.

Éléments de recherches et de débats possibles

Selon les cas envisagés, il n'y a pas le même nombre de solutions. Les élèves, sans forcément les trouver toutes dans un premier temps, peuvent en trouver au moins quelques-unes. Ceci peut permettre d'envisager la question de l'exhaustivité des solutions après une première phase de familiarisation.

Les élèves peuvent donc successivement aborder les aspects suivants :

- trouver une solution
- trouver le maximum de solutions
- trouver toutes les solutions

FIG. C.6: Commentaires *Golf*.

C.13 Compte-rendu de la réunion R3-II

Ce compte-rendu a été envoyé par courrier électronique le 16 janvier 2004 à M^{me} $\mathcal{B}$, M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{M}$, M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{R}$, M^{me} $\mathcal{S}$

Bonjour,

Voici le compte-rendu de la réunion du mercredi 14 janvier qui a eu lieu à (école de M. $\mathcal{H}$).

Après avoir contacté chacun d'entre vous, seuls M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$ et M^{me} $\mathcal{S}$ ont finalement pu être présents. Cependant, M. $\mathcal{F}$, M. $\mathcal{M}$ et M. $\mathcal{D}$ sont d'accord pour participer à la suite de l'expérimentation. M^{me} $\mathcal{B}$ est aussi d'accord mais elle s'est cassé la cheville et est arrêtée pour au moins un mois.

Le site Web

Suite à l'expérimentation de l'année dernière et notamment aux entretiens de fin d'année, plusieurs parties ont été modifiées. Je vous envoie dans un message séparé l'adresse du site Web, vos codes d'accès et vous laisse le découvrir.

Communication

Pour l'envoi des comptes-rendus ou les messages à destination de tous, utilisez la liste de diffusion que j'ai créée pour l'expérimentation. Il vous suffit d'écrire à l'adresse suivante : (adresse électronique de la liste).

Si le message m'est personnellement destiné, utilisez mon adresse électronique.

La messagerie disponible sur le site Web n'est pas fiable. Evitez de l'utiliser.

Fonctionnement de l'expérimentation

Il est similaire à celui de l'année passée mais pas identique.

Vous choisissez un problème parmi ceux que je vous ai proposés sur le site Web (ce sont les mêmes que l'année dernière). Je viens observer la mise en oeuvre dans la classe puis vous rédigez un compte-rendu destiné aux participants. Les comptes-rendus ont pour fonction principale de donner aux collègues des éléments sur votre expérience. Ces éléments peuvent alors leur permettre d'enrichir leur propre expérience. C'est aussi une composante importante de ma recherche.

Au cours de la réunion, j'ai rappelé que le choix du problème vous revient totalement. C'est vous qui décidez la façon de mettre en oeuvre les séances dans votre classe. Par exemple, ma présence ne doit pas vous obliger à faire en 1 heure ce que vous auriez fait habituellement en 2 ou vous empêcher de modifier le fonctionnement de votre séance au milieu de sa réalisation. Bien sûr, s'il est possible pour moi d'assister à la deuxième séance, cela m'intéresse.

Autant que possible, c'est à moi de m'adapter à vous et à vos élèves et non l'inverse. Je dois perturber le moins possible le fonctionnement de la classe.

D'autre part, pour la poursuite de notre expérimentation et d'après l'expérience de l'année passée, il paraît intéressant de nous rencontrer à l'issue de l'envoi des comptes-rendus. Ce sera l'occasion d'en discuter, de discuter de votre expérience, des mises en oeuvre, de faire le point sur les informations disponibles sur le site Web, etc.

Organisation

Voici l'organisation retenue pour cette année et qui j'espère vous permettra de ne pas désorganiser votre agenda tout en y participant pleinement.

Elle peut se décomposer en 3 périodes :

période 1

– mise en oeuvre dans votre classe : 19 janvier - 16 février

- envoi d'un compte-rendu aux participants avant le 20 février (cela laisse le temps d'envoyer votre compte-rendu et de consulter ceux des autres participants)
- rencontre-bilan : mercredi 17 mars 10h à l'école de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$

période 2

- mise en oeuvre dans votre classe : 22 mars - 3 avril
- envoi d'un compte-rendu aux participants avant le 9 avril
- rencontre-bilan : mercredi 15 avril 10h (le lieu sera fixé lors de la rencontre-bilan du 17 mars)

période 3

- mise en oeuvre dans votre classe : 3 mai - 29 mai
- envoi d'un compte-rendu aux participants avant le 2 juin

D'ici la fin de l'année scolaire, je pourrai vous présenter individuellement mes analyses (ce qui n'avait pas été possible l'année dernière).

Enfin, nous pourrons nous rencontrer une dernière fois avant les congés d'été pour clôturer notre expérimentation... autour d'un verre bien sûr !

Si vous avez des questions, des remarques, des suggestions, n'hésitez pas à m'envoyer un message ou me téléphoner. Je vous contacte individuellement pour organiser le calendrier des mises en oeuvre avec vous.

En vous remerciant de votre engagement,

Compte-rendu de la réunion du jeudi 10 juin 2004 diffusé le 23 juin 2004 sur la liste

Bonjour,

Lors de la réunion du 17 mars, nous avions évoqué différentes difficultés rencontrées au cours de la mise en oeuvre des problèmes dans vos classes et aussi différentes façons de faire par les uns ou les autres.

En général, la rédaction des comptes-rendus paraît intéressante pour revenir sur sa mise en oeuvre même si elle peut être coûteuse en temps.

La lecture des autres comptes-rendus est parfois difficile mais peut aussi apporter un plus.

Les transcriptions que j'ai faites dans mon mémoire de DEA ont aussi amené des éléments supplémentaires à ceux qui l'ont consulté mais ce n'est pas une solution économique en temps.

Après avoir échangé sur ces conclusions et sur vos propositions, nous avons réfléchi à un outil d'analyse de ce type de séances. En lien avec la dernière réunion, nous nous sommes centrés sur certains points qui vous paraissaient les plus importants à propos de la mise en oeuvre de la séance et de sa conclusion.

L'objectif principal de cet outil pour l'enseignant qui l'utilise est de revenir sur la ou les séances particulières qu'il a menées.

Il devrait permettre de se centrer notamment sur les difficultés que vous rencontrez (ce qui évite un compte-rendu plus ou moins exhaustif) et de voir la façon dont chacun y fait face (par exemple, quand, dans telle séance particulière, un élève propose une solution erronée).

Voici les questions que nous avons retenues pour constituer cet outil d'analyse.

- Est-ce que les élèves ont été capables de reformuler la consigne ?

- Quelle proportion d'élèves a donné une réponse acceptable par rapport au problème ?

- Les élèves sont-ils capables de schématiser la situation (quand c'est possible) ?

- Les élèves sont-ils capables de réinvestir ce qui a été vu dans un autre contexte (exemple des cordes et des poignées de mains) quand c'est possible ?

- Est-ce que le travail de groupe a fonctionné ?

- Dans le cas où des élèves sont partis sur une mauvaise route, a-t-on réussi à leur expliquer pourquoi elle n'est pas correcte ? Ont-ils compris ?

- Quelles sont les "idées" qui sont apparues dans la séance ? De la part des élèves ? De la part de l'enseignant ? Qu'est-ce qu'on en a fait ?

- Quel rapport entre ce qu'on espérait comme bilan à la fin de la ou des séances et ce qu'on a obtenu ? Comment a-t-on conclu la séance ?

- Y a-t-il eu des débats, des échanges ? Entre l'enseignant et les élèves ? Entre les élèves ? Comment se sont-ils déroulés ? Quelle(s) difficulté(s) pour les gérer ?

- Comment a-t-on présenté le problème aux élèves ?

A priori, cet outil n'est pas figé et il doit être utile et pratique à utiliser. Je mettrai ces questions sur le site Web mais nous aurons l'occasion d'en rediscuter l'année prochaine si vous le souhaitez.

Concernant la poursuite de notre travail, M. $\mathcal{F}$ part à la retraite et ne sera donc pas présent à la rentrée. La majorité d'entre vous m'a fait part de sa volonté de poursuivre notre travail. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{B}$ nous rejoindra sans doute à la rentrée.

D'autre part et afin que nous soyons suffisamment nombreux dans notre travail, je vais contacter d'autres enseignants qui pourraient nous rejoindre dès la rentrée.

Si vous avez des comptes-rendus à envoyer, même incomplets ou manuscrits, n'hésitez plus à le faire !

En attendant de vous recontacter, je vous souhaite une bonne fin d'année et de bonnes vacances à tous.

Annexe D

Données de connexions à la plate-forme

Dates	Sections consultées
31 mar 03 18:21	*Info projet* : sauf Bibliographie et CR 5 mar 03
	Golf
	Cordes : sauf Exemples et Preuve
	Plus grand produit : sauf Preuve
	Piscine : sauf Preuve
	Somme et différence
02 avr 03 17:10	*Plus grand produit*
	Golf
	Cordes
	Piscine
	Somme et différence
10 avr 03 18:06	Connexion sans consultation
30 jun 03 09:26	*Cordes*
	Aucune connexion pour année II
06 déc 04 22h36	*Triangles colorés*: sauf Commentaires
	Rectangles: Présentation
	Somme des chiffres: Présentation
	Tours : Présentation
08 déc 04 10h36	*Tours* : sauf Présentation et Exemples
	Somme des chiffres: sauf Présentation
	Rectangles: sauf Commentaires
	Triangles colorés
08 déc 04 19h06	*Triangles colorés*: sauf Présentation
27 fév 05 18h35	*Tours*
	Cordes
09 mai 05 19h18	*Golf* : Présentation
	Info projet: sauf Présentation
	Rectangles
12 mai 05 18h33	*Info projet*: Comptes-rendus

TAB. D.1: Consultations du site Web par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$.

Dates	Sections consultées
08 avr 03 16h30	*Plus grand produit* : sauf Présentation
	Golf : sauf Exemples et Preuve
	Cordes
	Piscine
	Somme et différence
10 avr 03 13h00**	*Piscine* : sauf Preuve
19 jun 03 08h23	*Info projet* : sauf Bibliographie
	Plus grand produit : sauf Présentation
	Golf : sauf Exemples et Preuve
	Piscine : sauf Preuve
	Somme et différence: sauf Preuve
04 jul 03 09h08	???
19 jan 04 17h01	*Cordes*
23 mar 04 17h11	*Piscine* : sauf Exemples
	Golf : sauf Preuve et Commentaires
	Plus grand produit
25 mar 04 07h30	*Plus grand produit* : Présentation
02 jan 05 21h45	*Tours*
03 mar 05 10h23	*Rectangles*: Présentation
03 mar 05 10h25	*Piscine* : Présentation
18 mar 05 06h09	*Cordes* : sauf Animation et Commentaires
18 mar 05 08h26	*Cordes* : sauf Animation
28 avr 05 21h18	*Rectangles* : sauf Commentaires
	Cordes
13 mai 05 06h20	*Somme des chiffres*
	Cordes : sauf Exemples et Animation
20 jun 05 23h42	*Rectangles*
	Somme des chiffres
	Triangles colorés
21 jun 05 00h03	*Somme des chiffres*
30 jan 06 17h57	*Triangles colorés*
31 jan 06 07h03	*Rectangles* : sauf Commentaires
	Cordes : sauf Commentaires
	Tours

Connexion année IV ! ** Connexion avant et après la classe sur le pb mis en oeuvre le même jour.

TAB. D.2: Consultations du site Web par M.$\mathcal{H}$.

Dates	Sections consultées
27 mar 03 20h43	*Plus grand produit*
	Golf
	Cordes
	Somme et différence
28 jan 04 14h59	*Somme et différence*
17 nov 04 21h03	*Tours*
	Info projet
	Somme des chiffres
	Rectangles
	Triangles colorés
26 nov 04 07h17	*Tours*
	Rectangles : Présentation
	Aucune connexion pour année III

TAB. D.3: Consultations du site Web par M. $\mathcal{D}$.

Dates	Sections consultées
01 avr 03 21h28	*Plus grand produit*
	Golf
	Somme et différence
04 avr 03 13h17	*Golf* : sauf Présentation et Preuve
	Golf
06 avr 03 11h00	???
07 avr 03 21h36	??? jour meo *Golf*
08 avr 03 12h21	???
09 mai 03 16h45	*Piscine* meo le 12
12 mai 03 10h24	???
04 jul 03 19h08	??? comme M. $\mathcal{H}$
	Aucune connexion pour année II
10 mai 05 18h14	*Tours* : sauf Commentaires
17 mai 05 13h01	*Rectangles*
23 jun 05 08h36	*Rectangles*
23 jun 05 08h46	*Tours* : sauf Commentaires

TAB. D.4: Consultations du site Web par M^{me} $\mathcal{R}$.

Dates	Sections consultées
22 nov 04 08h27	*Info projet* : Les problèmes
	Cordes : Présentation, Exemples
	Golf : Présentation
	Piscine : Présentation, Preuve
	Plus grand produit : Commentaires
	Rectangles : Présentation, Preuve
	Somme des chiffres : sauf Commentaires
	Tours : sauf Commentaires
	Triangles colorés : sauf Commentaires
26 fév 05 12h11	*Golf* : Présentation
	Somme des chiffres : Présentation, Preuve
15 mar 05 18h10	*Info projet* : Les problèmes, Comptes-rendus
	Tours : Présentation
	Somme des chiffres : Présentation
09 mai 05 18h27	*Cordes*
	Info projet : Propositions pratiques

TAB. D.5: Consultations du site Web par M^me^ $\mathcal{G}$.

Dates	Sections consultées
17 nov 04 19h26	*Golf*
02 déc 04 18h33	*Info projet* : sauf CR 5 mar 03
02 déc 04 18h45	*Piscine* : sauf Preuve et Animation
	Golf
	Tours
	Somme des chiffres
	Plus grand produit
	Rectangles
02 déc 04 20h18	*Triangles colorés*
02 déc 04 23h47	*Info projet* : sauf Comptes-rendus et CR 5 mar 03
	Plus grand produit : Présentation, Exemples
03 déc 04 00h52	*Plus grand produit* : sauf Présentation
07 mar 05 23h04	*Triangles colorés* : Présentation
08 mar 05 00h27	*Cordes*
20 jun 05 15h27	*Golf*
	Piscine : sauf Animation
	Rectangles
	Triangles colorés
20 jun 05 16h58	*Triangles colorés* : sauf Présentation
	Tours : Présentation
	Somme et différence
06 jan 06 00h26	*Somme et différence* : sauf Commentaires
06 jan 06 00h23	*Golf*
	Triangles colorés
	Tours
	Piscine
08 jan 06 12h27	*Piscine*
Le 2 déc 04 est comme l'exploration complète sauf qqs exceptions.	

TAB. D.6: Consultations du site Web par M. O.

Dates	Sections consultées
01 avr 03 08h43	Site complet
04 avr 03 08h54	???
	Aucune connexion pour année II

TAB. D.7: Consultations du site Web par M. $\mathcal{F}$.

Dates	Sections consultées
18 mar 03 09h42	*Info projet* sauf Bibliographie
01 avr 03 09h06	*Plus grand produit*
	Golf
	Cordes
	Piscine : sauf Preuve
	Somme et différence

TAB. D.8: Consultations du site Web par M. $\mathcal{M}$.

Annexe E

Synthèses des réunions

E.1 Réunion R1-I – 5 mars

À propos des activités RPP Les problèmes proposés aux enseignants sont susceptibles de permettre aux élèves de chercher un problème mathématique, de tâtonner à la découverte de ses solutions et d'avoir des échanges de nature mathématique entre pairs. Nous précisons qu'il n'est pas certain que les élèves aboutiront toujours à la découverte de toutes les solutions mais que ceci n'empêche pas de travailler les objectifs de ces activités. Bien que nous ayons un enregistrement défectueux, nous pouvons dire que chaque enseignant pose des questions qui montrent qu'il semble impliqué dans la compréhension des problèmes ou envisage leur mise en oeuvre.

Nous indiquons que le travail en groupe des élèves (groupes de 2, 3, 4…) est possible avec ces problèmes et qu'il est susceptible de favoriser la résolution du problème par les élèves avec une relative autonomie. Le choix des modalités de travail, impliquant ou non un travail de groupe, le nombre et la durée des séances, revient toujours à l'enseignant. Les enseignants, ou l'un deux, évoquent un possible effet « leader » au sein des groupes, c'est à dire un élève qui prendrait la direction du travail d'un groupe sans réelle interaction avec les autres élèves du groupe. Nous répondons qu'il n'est pas toujours possible de l'éviter mais que l'on peut aussi compter sur l'expérience que les élèves peuvent acquérir dans ce type d'activités, en particulier ceux qui ont trouvé une piste intéressante mais qu'il n'ont pas partagé ou d'autres qui ont « emmené » les membres de leur groupe vers une piste erronée par un excès d'influence.

À propos des réponses des élèves, nous indiquons qu'elles ne sont pas toujours prévisibles et qu'il n'est pas toujours évident de les valider ou de les invalider. De manière générale, nous renvoyons au partage des expériences au sein de la CoP.

Le tableau E.1 synthétise les différents questions concernant les activités RPP et les éventuelles réponses proposées. N'ayant pas de référence suffisamment fiable sur les interventions de chacun, on a limité cette précision aux items dont nous savons être l'intervenant principal.

Questions	*Réponses*
Les élèves ne trouveront pas toujours la solution du problème (JPG).	Ceci n'empêche pas de travailler les objectifs de ces activités (JPG).
Reformulation des énoncés, problèmes de lecture des énoncés par les élèves.	Reformulation possible, problèmes de lecture a priori réduits du fait de la longueur des énoncés envisageables (JPG).
Aspect abstrait des énoncés.	Un contexte « concret » est parfois possible, ces problèmes peuvent être posés sans cette option, exemple avec *Somme et différence* et *Cordes* (JPG).
Travail en groupe des élèves, généralement possible, peut favoriser la résolution des problèmes par les élèves de manière relativement autonome, un choix de l'enseignant (JPG).	-

…

TAB. E.1: À propos des activités RPP : réunion R1-I (suite page suivante).

Questions (suite)	*Réponses*
Choix durée et nombre des séances revient à l'enseignant (JPG).	Dépendance de la fatigue des élèves, de leur rapidité à trouver la solution ; on peut proposer quelques cas particuliers avant de proposer un cas général ou reporter une mise en commun (JPG).
Effet leader dans des groupes.	Pas toujours possible de l'éviter, compter sur l'expérience des élèves (JPG).
Réponses imprévisibles des élèves, validation peu évidente et autres questions de gestion de ces activités.	Renvoi à la CoP (JPG).

TAB. E.1: À propos des activités RPP : réunion R1-I.

À propos de l'activité de la CoP Nous présentons le cadre général de la recherche qui s'inscrit dans celui de notre mémoire de DEA. Nous expliquons que notre méthodologie oblige au recueil d'un certain nombre de données dont des enregistrements audio et vidéo en classe, un questionnaire de début d'expérimentation et un de fin d'expérimentation. Nous présentons les comptes-rendus et leur place dans le dispositif initial pour partager l'expérience de chacun. Le contenu et les fonctionnalités du site Web sont présentés à l'aide d'une démonstration et nous signalons que le contenu peut être modifié suite aux propositions et aux demandes des enseignants, par exemple à partir des comptes-rendus.

Les problèmes proposés aux enseignants sont en conformité avec les programmes en vigueur et ont déjà été expérimentés dans des classes. La source principale des problèmes, ERMEL, est citée. Nous renvoyons aussi vers la page bibliographie. Nous présentons brièvement les problèmes ainsi que des éléments de preuve tout en renvoyant à la consultation du site Web. L'objectif est de favoriser la participation des enseignants et non d'expliquer tous les détails de tel ou tel problème. La CoP est censée favoriser la pratique des problèmes pour chercher et notamment aider à résoudre des problèmes rencontrés par certains via le partage des expériences.

Le tableau E.2 synthétise les différents thèmes concernant le fonctionnement de la CoP. Comme dans le tableau concernant les activités RPP plus haut, le nom des intervenants est limité au nôtre.

Thèmes abordés	*Intervenants*
Cadre d'une recherche avec recueil de données : observations et enregistrements, questionnaires de début et de fin d'expérimentation, journal de connexion.	JPG
Contenu et fonctionnalités du site Web (démonstration) ; le coût financier dépend de la connexion utilisée ; impression possible.	JPG
Problèmes conformes aux programmes, source ERMEL, voir site Web pour le détail ; le site Web peut être complété suite aux propositions des enseignants.	JPG
Présentation et place des « comptes-rendus ».	JPG
	. . .

TAB. E.2: À propos de la CoP : réunion R1-I (suite page suivante).

Thèmes abordés (suite)	*Intervenants*
Rubrique d'un compte-rendu : durée, scénario, effets sur les élèves.	(enseignants)
CoP susceptible de permettre le partage de pratiques, des problèmes rencontrés, des solutions proposées.	JPG
Organisation globale de l'agenda de l'expérimentation (I) : premières observations avant les congés de Pâques (début avril), secondes observations fin mai ou début juin, possibilité aussi d'expérimenter un plus grand nombre de problèmes.	JPG

TAB. E.2: À propos de la CoP : réunion R1-I.

E.2 Réunion R2-II – 10 décembre

La réunion a essentiellement consisté en un pot de remerciements suite à la soutenance de notre mémoire de DEA.

E.3 Réunion R3-II – 14 janvier

À propos des activités RPP En lisant notre mémoire, M^{me} $\mathcal{R}$ a compris l'utilité des *problèmes pour chercher*, ce qui n'était pas clair pour elle l'année précédente. Quelques échanges entre elle, M. $\mathcal{H}$ et nous reviennent sur les objectifs de ces activités de classe.

Au cours de la réunion, il s'avère que les enseignants ne connaissent pas l'existence du document d'accompagnement « Des problèmes pour chercher »[1]. Nous le leur présentons et évoquons aussi avec eux la naissance des ouvrages issus de la recherche ERMEL. M^{me} $\mathcal{R}$ souhaite se procurer les photocopies des pages qui concernent les problèmes du site. Nous lui proposons de les lui envoyer, ce que nous ferons une dizaine de jours après la réunion.

Questions	*Réponses*
Utilité des *problèmes pour chercher* (M^{me} $\mathcal{R}$) ; à propos des *problèmes pour chercher*.	Existence d'un document d'accompagnement disponible en ligne, site Web, mise à disposition d'extraits des ouvrages ERMEL pour M^{me} $\mathcal{R}$, mémoire DEA (JPG).

TAB. E.3: À propos des activités RPP : réunion R3-II.

À propos de l'activité de la CoP Lors de la réunion, nous indiquons que les activités de recherche proposées sont les mêmes mais que le site Web a été modifié. Nous renvoyons à sa consultation pour les détails[2]. Le fait que les modifications ne sont pas détaillées est lié à notre souhait de permettre à

[1]Nous avons fait une analyse de ce document à la section 4.3.1 page 117.

[2]Une erreur de notre part concernant l'activation des pages ne leur permettra pas de les consulter immédiatement après la réunion ou l'envoi de notre compte-rendu. C'est M. $\mathcal{H}$ qui nous avertit par courriel de ce problème 5 jours après la réunion, soit la veille de sa première mise en oeuvre le 20 janvier. L'activation des pages aura lieu dans la journée ce

chaque enseignant de consulter les modifications des problèmes qui l'intéressent. Un inconvénient potentiel est ici que la plate-forme ne permet pas de mettre en évidence les modifications apportées (défaut d'ergonomie). Cependant, il faut nuancer cette remarque en disant qu'elles consistent en l'ajout de rubriques nouvelles et que, le texte étant réduit, la consultation peut être rapidement effectuée. Nous annonçons l'utilisation d'une liste de diffusion, en remplacement de la messagerie défectueuse intégrée de la plate-forme Web.

Les comptes-rendus sont indiqués comme composante de notre recherche mais nous rappelons que leur intérêt principal doit être de partager l'expérience de chacun. Il s'agit de favoriser la rédaction de comptes-rendus tout en laissant une grande marge de liberté.

Concernant la mise en oeuvre des problèmes, nous insistons sur le fait que les enseignants en gardent la responsabilité : choix du problème, choix d'organisation, etc. Nous rappelons en particulier que notre présence ne doit pas, autant que possible, influencer leur choix et que c'est à nous de nous adapter à leur choix de mise en oeuvre (notamment durée et nombre de séances pour un problème donné).

En nous référant à l'année passée et avec l'accord des enseignants présents, nous programmons des réunions à l'issue de l'envoi des comptes-rendus pour échanger sur les mises en oeuvre et sur l'activité de la CoP. Trois périodes de mises en oeuvre sont prévues et plusieurs dates sont fixées[3].

Nous annonçons la présentation de certaines de nos analyses en fin d'année, ce qui n'avait pas été possible l'année précédente[4].

Thèmes abordés	*Intervenants*
Problèmes proposés identiques mais plusieurs parties du site Web modifiées, renvoi à la consultation pour les modifications apportées	JPG
Utilisation d'une liste de diffusion pour communiquer au sein de la CoP car messagerie défectueuse sur le site Web	JPG
Objectif des comptes-rendus ; une des composantes de notre recherche est de partager des expériences	JPG
Rappel insistant du fait que le choix du problème proposé aux élèves et de sa gestion, notamment durée et nombre des séances, revient aux enseignants et que notre présence ne doit pas les contraindre	JPG
Introduction des réunions après l'envoi des comptes-rendus	JPG
Organisation globale et agenda des modalités de travail	JPG
Proposition de présentation de nos analyses préalables d'ici la fin de l'année[5]	JPG
Le compte-rendu de la réunion fait appel aux remarques et questions éventuelles des enseignants	JPG

TAB. E.4: À propos de la CoP : réunion R3-II.

qui lui permettra de les consulter juste après la fin de sa journée de classe d'après les statistiques fournies par le site Web.

[3]La réunion prévue initialement le 15 avril (II) n'aura finalement pas lieu pour des raisons de contraintes d'emploi du temps des uns et des autres.

[4]Plusieurs grèves ont perturbé notre expérimentation l'année I.

[5]N'ayant pu mener ces analyses pour des raisons personnelles, nous n'avons pu tenir nos engagements.

E.4 Réunion R4-II – 17 mars

À propos des activités RPP Ce type de situations d'enseignement pose clairement des questions ou des problèmes à M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{R}$. M^{me} $\mathcal{S}$ dit même qu'elles constituent des sortes de problèmes ouverts pour eux. Ils échangent des propos sur la liberté des enseignants pour mener ce genre de situations et plusieurs soulignent une sorte de paradoxe. Ils peuvent souhaiter avoir une assez grande marge de liberté, et notamment apprécier l'aspect minimal du site Web (M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{S}$ dit aussi que le but n'est pas qu'ils fassent tous pareils et qu'elle ne suivrait pas des consignes trop directives) alors que d'autres pensent qu'il n'est pas facile de garder cette liberté car les élèves peuvent les « emmener sur des terrains non prévus » (M^{me} $\mathcal{R}$)[6]. Les élèves peuvent aussi proposer des solutions qui semblent valides mais sans que l'on comprenne toujours pourquoi (JPG). M. $\mathcal{H}$ apprécie l'ouverture de certains problèmes par rapport à la présentation faite dans ERMEL (*Cordes*). On s'interroge aussi sur l'objectif de ses situations. M. $\mathcal{H}$ précise qu'il faut que les élèves cherchent. M^{me} $\mathcal{R}$ insiste pour s'assurer qu'ils trouvent une solution. Cet aspect n'est pas repoussé par M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ mais il semble ne pas être au rang de leurs priorités. D'autre part, il apparaît que les « terrains non prévus » sont inhérents à ce type de situations (M. $\mathcal{H}$) et que l'on peut couper une séquence de résolution d'un problème pour traiter un problème particulier (M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$) – M^{me} $\mathcal{S}$ a même proposé *Cordes* sur trois séances cette année – ou pour se renseigner (M^{me} $\mathcal{R}$), que ce n'est pas perdre du temps car les élèves peuvent tous chercher (M^{me} $\mathcal{S}$)[7] et que l'on peut parfois réinvestir un aspect d'un problème à un autre moment pour avoir moins l'impression de perdre du temps (M. $\mathcal{H}$ avec la formule $n(n-1)/2$ réutilisée avec un tableur). Pour M^{me} $\mathcal{R}$, il n'est pas possible de toujours enseigner ainsi, il faut aussi « structurer » et prévenir les élèves du type d'activités qu'on leur propose (lien avec l'absence de problème pour chercher dans les évaluations nationales). M^{me} $\mathcal{S}$ répond qu'un bilan des solutions d'un *problème pour chercher* est structuré. M. $\mathcal{H}$ se demande ce qu'il faut faire quand des élèves cherchent véritablement mais dans une voie « complètement à côté de la plaque ». Il dit que l'on peut intervenir ou bien attendre que les autres élèves le leur disent. M^{me} $\mathcal{S}$ dit, elle, que l'idéal serait que les élèves s'en rendent compte d'eux-mêmes.

Comment alors trouver des solutions aux problèmes rencontrés dans les mises en oeuvre ? M. $\mathcal{H}$ se demande s'ils ont besoin d'entraînement et dit aussi qu'il n'y a pas de « réponse absolue ». M^{me} $\mathcal{S}$ note qu'il lui est plus facile de gérer un problème la deuxième fois, qu'elle le comprend mieux et qu'elle cherche maintenant un peu plus le problème avant de le proposer aux élèves au lieu d'utiliser seulement les solutions proposés sur le site Web (cohérence remarquée comme intéressante entre les pistes de recherches de l'enseignant et celles suivies par les élèves). M. $\mathcal{H}$ dit que l'important est que les élèves cherchent et qu'il essaye de ne pas trop les aider dans la recherche. M^{me} $\mathcal{R}$ remarque que ce n'est parfois qu'après la séance qu'elle remarque qu'elle « en a trop dit » car il n'est pas facile de réfléchir en même temps que de gérer la classe. Elle dit aussi que les élèves « ont du mal à passer à l'abstraction » (exemple de *Golf* proposé aux mêmes élèves, une première fois avec un contexte « compas et ciseau » et une deuxième fois sans ce contexte et sans qu'ils le remarquent. Certains utilisent parfois un contexte de monnaie pour leur recherche).

Les problèmes de gestion abordés et les éventuelles solutions évoquées lors de la réunion sont

[6] Étant donné certains éléments évoqués pendant la réunion et la proximité de sa mise en oeuvre, M^{me} $\mathcal{R}$ pense certainement à sa séance du 30 janvier (II) qui a « traîné en longueur » du fait que les élèves n'utilisaient pas correctement le signe égal et les parenthèses. Cf. analyse de deux de ses comptes-rendus page 184.

[7] Ces élèves lui ont dit quand elle leur a demandé ce qu'ils pensaient de la situation *Plus grand produit*.

synthétisées dans le tableau E.5.

Questions	*Réponses*
Questions	*Réponses*
Paradoxe lié à la marge liberté de l'enseignant (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$) car les élèves peuvent les emmener sur des « terrains non prévus » (M. $\mathcal{H}$) ou proposer des solutions qui semblent valides sans que l'on sache toujours pourquoi (JPG)	Arrêter la séance, le noter dans un coin du tableau, prendre le temps d'y réfléchir, se renseigner (JPG).
Impression ou risque de perdre du temps (M. $\mathcal{H}$)	Tous les élèves peuvent chercher dans ce type de problèmes, on peut mener *Cordes* sur 3 séances (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$), réinvestir des aspects à un autre moment (M. $\mathcal{H}$ avec la formule $n(n-1)/2$ réutilisée avec un tableur).
Si les séances ne sont pas « structurées », ceci peut dérouter les élèves (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$)	Un bilan des solutions est ou peut-être « structuré » (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$), on peut les prévenir du type d'activités proposées (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$).
Ne pas trop parler ou donner d'indications pendant les séances, même si de toutes façons les élèves cherchent	-
Objectifs de ces activités	Il faut que les élèves cherchent (M. $\mathcal{H}$). Il faut qu'ils trouvent une solution (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$) mais ce n'est pas une priorité (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$).
Améliorer sa gestion de ces situations ; ce n'est parfois qu'après la séance qu'on s'aperçoit qu'on en a trop dit, pas de temps pour réfléchir en cours de séance (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$)	Entraînement de l'enseignant, il n'y a pas de réponse absolue à cette gestion (M. $\mathcal{H}$) ; c'est plus facile à gérer la deuxième fois et il vaut mieux chercher le problème avant de regarder les solutions du site Web (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$) ; on peut couper une séquence pour résoudre un problème particulier (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$) ou se renseigner (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$).
Que faire quand des élèves cherchent véritablement mais dans une voie « complètement à côté de la plaque » ? (M. $\mathcal{H}$)	Laisser les autres leur dire (M. $\mathcal{H}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$) ou intervenir, mais pas trop (M. $\mathcal{H}$).
Certains élèves ont du mal à « passer à l'abstraction » (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$)	-

TAB. E.5: À propos des activités RPP : réunion R4-II.

À propos de l'activité de la CoP À ce moment de l'année, les trois enseignants présents ont consulté notre mémoire de DEA. Suite à notre proposition, ce sont les seuls qui ont demandé à le lire. Ceci explique probablement en partie le fait que nous évoquions à divers moments de la réunion le contexte de notre recherche. Il semble que ce dernier n'ait pas été tout à fait clair pour M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$: centration forte sur les enseignants (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$), possibilité de reprendre un problème déjà fait (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$). Ils disent aussi avoir vu dans le mémoire qu'ils orientaient parfois trop les recherches des élèves sans toujours s'en rendre compte. En même temps, M. $\mathcal{H}$ dit que la présence d'un observateur l'influence et qu'il essaie de ne pas donner trop d'aide aux élèves. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ n'avait, elle, pas vu « l'importance » du site Web. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ a mieux compris ce qu'étaient les *problèmes pour chercher* et dit qu'elle aurait peut-être dû lire ERMEL pour le comprendre[8]. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ considérait le problème *Piscine* comme « classique » et elle l'a mieux compris ensuite.

Notre questionnement sur l'intérêt des comptes-rendus est accompagné de la distribution des trois comptes-rendus – ceux de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ et M. $\mathcal{F}$ – qui n'ont pas tous été diffusés dans de bonnes conditions, essentiellement du fait de problèmes techniques sur la plate-forme. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ disent chacun que le compte-rendu est d'abord utile pour celui qui le rédige. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ a, elle, du mal à s'impliquer dans la lecture des autres (effort pour s'adapter à des styles différents). M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ préfère les consulter après avoir mené la séance pour ne pas être influencée. M. $\mathcal{H}$ dit que c'est un outil parmi d'autres et qu'ils peuvent en faire ce qu'ils en veulent, qu'il ne faut pas l'imposer, que ce n'est pas « l'arme absolue », que la rédaction demande du temps et que la lecture est plus aisée sur une version imprimée. À notre demande, ils clarifient un peu les apports des comptes-rendus. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ évoque une clarification des difficultés rencontrées par les élèves, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ évoque une clarification de la structure de sa séance et M. $\mathcal{H}$ trouve de l'intérêt pour l'année suivante mais sans davantage préciser. Au final, les apports sont donc peu détaillés dans leurs réponses.

Nous demandons ce qu'ils pensent des ajouts sur le site Web sachant que, d'après les statistiques du site Web, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ n'en ont pas pris connaissance. Ces dernières sont étonnées de l'existence d'ajouts (malgré notre information faite en début d'expérimentation cette même année). M. $\mathcal{H}$ indique qu'il apprécie, comme M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, le côté « minimaliste » et dit qu'il « transpose » un peu cet aspect dans son enseignement en réduisant les consignes et les aides aux élèves en situation de recherche. Il y a donc un effet de formation par homologie. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ précise qu'elle ne suivrait sans doute pas des consignes trop directives si elles étaient proposées sur le site Web. À la question de savoir s'ils manquent d'information sur le site Web, nous n'obtenons pas de réponse précise. Il semble que le site Web leur paraisse complet ou bien qu'ils ne veulent pas davantage d'information.

Concernant la résolution des questions d'ordre mathématique rencontrées en classe, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ se renseigne auprès de membres « matheux » de sa famille, dans ERMEL mais pas dans les livres du maître[9]. M. $\mathcal{H}$ se renseigne sur Internet ou auprès de collègues du primaire ou du collège[10]. Aucun n'évoque ou trouve pertinent un contact avec un inspecteur (IEN) ou un conseiller pédagogique de circonscription (CPC)[11]. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ pense que ces derniers sont trop occupés avec les néo-titulaires, bien qu'elle n'ait jamais essayé, et pense aussi qu'ils seraient peut-être plus utiles pour des conseils d'ordre pédagogique. Dans le même ordre d'idée, M. $\mathcal{H}$ dit qu'ils ne sont pas tous « matheux ».

[8]Elle emprunte celui de sa collègue cette année.

[9]Ici, livre du maître désigne le livre pour le maître qui accompagne le manuel des élèves. Les ouvrages ERMEL sont des livres pour le maître qui n'accompagnent pas de manuel destiné aux élèves

[10]M. $\mathcal{H}$ travaille en effet avec des collègues de collège dans le cadre de la préparation de rallyes mathématiques.

[11]Au sujet de la formation des IEN et CPC, cf. note 63 page 99.

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ ajoute aussi que les manuels apportent peu d'aide quand il s'agit d'une formule proposée par un élève et qu'il vaut mieux y réfléchir soi-même. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ demande où trouver d'autres problèmes. M. $\mathcal{H}$ et nous-même indiquons que l'on peut en trouver dans les annales des rallyes mathématiques, notamment sur le Web.

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ sont intéressés pour participer à la réunion R5-II déjà prévue avant la fin de l'année. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'il y aurait peut-être plus d'échanges entre eux s'ils se connaissaient davantage.

Nous avons regroupé dans le tableau E.6 les thèmes abordés et indiqué quels étaient les intervenants principaux sur ces thèmes.

Thèmes abordés	*Intervenants*
Le contexte de la recherche, le mémoire de DEA	
Rappel du contexte de la recherche, limites des observations, coordinateur pas en situation de formateur, recherche valeur des échanges, de l'expérience de chacun, des comptes-rendus, le mémoire de DEA consulté par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$, liberté de choisir les problèmes même si déjà fait (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$)	JPG
Impression d'être jugée dans le mémoire mais a mieux compris par la suite (non partagée par M. $\mathcal{H}$ et M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$), n'avait pas vu l'importance de la plate-forme, il y aurait plus d'échanges entre eux s'ils se connaissaient davantage	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
Hésite moins à dire « je ne sais pas » en classe, quitte à ne pas toujours trouver la solution, la présence d'un observateur influence, ne pas donner trop d'aide	M. $\mathcal{H}$
A mieux compris ce qu'étaient les problèmes pour chercher à la lecture du mémoire, peut-être car pas assez lu ERMEL	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
Orientait trop les élèves sans toujours s'en rendre compte, n'avait pas compris que la recherche portait autant sur les enseignants par rapport aux élèves	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
Les comptes-rendus	
Faire le sien est peut-être le plus intéressant	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ M. $\mathcal{H}$ M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
Le sien clarifie la structure de sa séance, les autres intéressants à lire après sa propre mise en oeuvre	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
Dur de trouver le temps pour rédiger, intéressant dans l'optique de l'année suivante, ne pas imposer les comptes-rendus comme une « arme absolue », les comptes-rendus sont un plus, on en fait ce qu'on veut, plus faciles à lire une fois imprimés	M. $\mathcal{H}$
Durs de s'approprier ou d'exploiter ceux des autres, le sien clarifie en particulier des difficultés rencontrées par les élèves	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
Le site Web, les ajouts	
Surprises par l'existence de changements	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$
	…

TAB. E.6: À propos de la CoP : réunion R4-II (suite page suivante).

Thèmes abordés (suite)	*Intervenants*
Côté « minimaliste » apprécié	M^{me} $\mathcal{S}$ M. $\mathcal{H}$
Piscine semblait « classique », mieux compris par la suite	M^{me} $\mathcal{S}$
Ne pas donner de consignes trop directives sur le site Web sinon ne les suivraient pas	M^{me} $\mathcal{S}$
Transpose aspect « minimaliste » dans son enseignement en réduisant les consignes et aides (formation par homologie), apprécie ouverture des problèmes par rapport à ERMEL	M. $\mathcal{H}$
Manquent-ils de renseignements sur le site Web ? (pas de réponse)	JPG
Les ressources pour sa pratique	
Comment se renseignent-ils ?	JPG
Se renseigne avec la famille (matheux), les manuels, pas les livres du maître sauf ERMEL ; où trouver d'autres problèmes ?	M^{me} $\mathcal{R}$
Se renseigne auprès de collègues (primaire ou collège) qu'il reconnaît pour leurs compétences en maths, sur Internet ; les CPC ne sont pas tous matheux	M. $\mathcal{H}$
N'a jamais tenté de faire appel aux IEN ou CPC ; CPC supposés occupés avec les néo-titulaires et aideraient davantage sur le volet pédagogique ; les manuels permettent rarement de comprendre une formule donnée par un élève, mieux vaut y réfléchir soi-même	M^{me} $\mathcal{S}$
Intéressés pour maintenir réunion R5 (II)	(enseignants)

TAB. E.6: À propos de la CoP : réunion R4-II.

E.5 Réunion R5-II – 10 juin

À propos des activités RPP La réunion permet d'aborder plusieurs aspects des activités RPP : gestion des réactions des élèves et de leur hétérogénéité, distance avec les pratiques habituelles, gestion de l'avancement d'une séance.

La gestion des réactions des élèves est ce qui paraît le plus difficile à gérer à M^{me} $\mathcal{S}$. Elle se sent plus à l'aise dans une deuxième mise en oeuvre. M. $\mathcal{D}$ souligne, lui, la distance avec ses pratiques habituelles : « *Ça, c'est tout à fait en dehors de ce qu'on a l'habitude de faire, tout à fait. C'est un petit peu plaqué [...] Je ne travaille pas du tout de cette façon là, pas du tout* ». Il émet aussi l'hypothèse qu'il y a peut-être parfois des notions mathématiques en jeu qu'il ne maîtrise pas alors qu'elles pourraient lui permettre d'améliorer sa gestion des séances. Il souligne aussi l'importance de l'hétérogénéité des élèves, et aussi cette année, de la discipline, des problèmes au niveau du travail de groupe. Il souligne que les cours doubles[12] ne sont pas toujours simples à gérer, même dans des activités de classe plus habituelles, et il évoque les élèves ayant du mal à changer d'avis qui élaborent des raisonnements qui semblent complexes mais qui ne mènent finalement nulle part. M. $\mathcal{H}$ apprécie quand ce sont d'autres élèves qui réussissent à leur expliquer.

[12] Ce qui est son cas cette année avec 10 CM1 et 18 CM2.

À l'inverse de M. $\mathcal{D}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ ne trouve pas que l'hétérogénéité des élèves soit problématique car chaque élève peut trouver quelque chose. Elle semble dire en substance que le contrat didactique habituel impliquant notamment la recherche de la bonne opération est moins pesant sur l'activité des élèves : « *il n'y a pas du tout le sens des opérations, c'est de la recherche* » et elle évoque aussi le choix d'objectifs adaptés aux élèves. Par exemple, afin d'éviter des difficultés dans les calculs, elle évoque l'utilisation des calculettes pour deux séances qu'elle a menées. M. $\mathcal{H}$ précise alors que ce n'est généralement pas la priorité dans ce type de problèmes. Plus tard, il note que les problèmes ont tout de même l'intérêt de faire chercher les élèves même si tous ne trouvent pas.

À propos des limites d'une préparation de telles séances et de l'expertise de l'enseignant, M. $\mathcal{D}$ évoque la distance qui peut séparer la préparation et le déroulement effectif dans la classe qui conduit parfois à abandonner plus ou moins ce qui était prévu. M. $\mathcal{H}$ évoque l'idée que les meilleures séances ne sont pas forcément celles qui sont le mieux préparées. En substance, M. $\mathcal{D}$ évoque le rôle de l'expertise de l'enseignant dans le déroulement effectif, dans son adaptation aux réactions des élèves mais redit tout de même l'importance de la préparation de la séance par l'enseignant. Ils évoquent tous deux aussi le fait que l'enseignant ou les élèves soient en forme ou non. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ indique qu'elle compte sur des mises en oeuvre successives d'un même problème pour enrichir sa pratique. M. $\mathcal{H}$ évoque, lui, rapidement son expérience de deux mises en oeuvre de *Piscine* et dit avoir donné moins d'informations de manière détournée dans la deuxième mise en oeuvre, avoir laissé davantage de marge de manoeuvre aux élèves quitte à en laisser certains se perdre un temps dans des recherches plus ou moins inutiles (planning avec les jours de la semaine), et avoir mieux vu l'ampleur du problème.

Suite à notre question sur les façons de gérer l'avancement d'une séance, les enseignants évoquent brièvement leur manière de faire : dire « stop » ou « on fait la mise en commun », on interroge un groupe qui a produit quelque chose de particulier, etc. Les éléments de pratique ne semblent pas dépendre du type particulier des problèmes mis en oeuvre. M. $\mathcal{D}$ dit qu'il y a des points communs dans leurs pratiques. Nous faisons le lien avec la pratique de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ qui pense que ses séances « n'avancent pas ». Elle se demande notamment comment font les autres pour mener leurs séances en une heure et elle précise qu'il lui en faut au moins deux. M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{H}$ ne répondent pas vraiment à sa demande d'explicitation, qui n'est cependant pas formulée de manière « impérative ». M. $\mathcal{H}$ répond seulement que l'on pourrait « boucler en cinq minutes... ». En précisant « mais qu'est-ce que ça va apporter aux gamins ? », il évoque la variable « élève ». M. $\mathcal{D}$ dit, lui, qu'il faut que les élèves puissent s'exprimer, au moins dans leur groupe et il note aussi la difficulté des échanges entre élèves mais sans préciser davantage. Concernant les phases de conclusion, M. $\mathcal{D}$ dit qu'il les gère de façon plutôt intuitive, quand il pense que les élèves ont suffisamment fait le tour du problème. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ remarque qu'elle préfère clore plus rapidement une séance quitte à la reprendre dans une autre ultérieure si elle sent une lassitude des élèves. M. $\mathcal{D}$ signale que cela lui est arrivé le lendemain pour *Cordes*[13] mais 10 à 15 minutes seulement. M. $\mathcal{H}$ ajoute qu'il utilise ERMEL depuis 3 ans mais qu'il ne pousse habituellement pas la recherche aussi loin, notamment car il faut « *carburer* », et pas avec des problèmes aussi « *élaborés* ». M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{D}$ échangent aussi à demi-mots sur leur gestion différente du temps des séances mais ces échanges restent très peu clairs ou explicites d'autant que plusieurs passages sont inaudibles sur notre enregistrement à cause du faible niveau sonore. Ils semblent d'accord sur la difficulté de prévoir où ils en seront après trois-quarts d'heure de séance mais ils n'explicitent apparemment pas leur façon de gérer cet aspect de la gestion de séance.

[13] Il parle du deuxième problème mis en oeuvre cette année.

Les problèmes de gestion abordés et les éventuelles solutions évoquées lors de la réunion sont synthétisées dans le tableau E.7.

Questions	*Réponses*
L'hétérogénéité des élèves est un problème (M. $\mathcal{D}$).	Ce n'est pas un problème ici car tous peuvent avancer et le contrat didactique ne consiste plus à chercher la « bonne » opération (M^{me} $\mathcal{S}$).
Faciliter les calculs aux élèves (M^{me} $\mathcal{S}$).	Fournir une calculette (M^{me} $\mathcal{S}$). Les calculs ne sont généralement pas la priorité (M. $\mathcal{H}$).
Améliorer la gestion générale de ces activités. Distance entre préparation et déroulement, difficile de gérer le travail de groupe cette année (M. $\mathcal{D}$). Difficulté de gérer les réactions des élèves (M^{me} $\mathcal{S}$). Difficile de prévoir les durées dans le déroulement (M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$).	Préparation reste importante ainsi que l'expertise de l'enseignant, maîtriser de nouvelles notions mathématiques (M. $\mathcal{D}$). Meilleure maîtrise à la deuxième mise en oeuvre du même problème (M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ avec l'exemple de *Piscine*) ; Enseignant et élèves doivent être « en forme » (M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{H}$).
Ces activités sont éloignées des pratiques habituelles (M. $\mathcal{D}$).	-
Des élèves qui élaborent des raisonnements complexes mais erronés ont du mal à se laisser convaincre qu'ils ont tort (M. $\mathcal{D}$).	Parfois, d'autres élèves réussissent à les convaincre (M. $\mathcal{H}$).
Gérer l'avancement d'une séance (JPG). Comment mener une séance d'1h au lieu de deux séances ? (M^{me} $\mathcal{S}$)	On ne peut pas aller trop vite sinon c'est inutile (M. $\mathcal{H}$) ; il faut que les élèves puissent s'exprimer au moins dans les groupes (M. $\mathcal{D}$) ; il faut que l'enseignant intervienne (M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$) ; [des échanges M^{me} $\mathcal{S}$-M. $\mathcal{H}$ peu audibles ou explicites].
Comment conclure ? (JPG)	Mieux vaut clore la séance plus rapidement, quitte à reprendre à une autre séance, si on constate une lassitude des élèves (M^{me} $\mathcal{S}$). De façon intuitive, n'a repris qu'une seule fois et pendant 10-15' (M. $\mathcal{D}$). Pratique ERMEL depuis 3 ans mais ne pousse pas si loin les séances habituellement, les élèves ne trouvent pas toujours mais au moins ils cherchent (M. $\mathcal{H}$).

TAB. E.7: À propos des activités RPP : réunion R5-II.

À propos de l'activité de la CoP Les échanges traitent essentiellement des comptes-rendus puisque cette réunion aboutit à la mise au point d'un guide pour les rédiger, mais d'autres thèmes sont aussi abordés : les apports du site Web, certains problèmes qui paraissent peu attrayants, le recrutement de nouveaux membres et la poursuite de l'expérimentation.

Nous reprenons les conclusions de la réunion précédente selon lesquelles les enseignants trouvent utiles de rédiger un compte-rendu d'abord pour eux-mêmes et que certains apprécient, avec des nuances, de lire ceux des autres. M. $\mathcal{D}$ qui n'a pas assisté la réunion précédente et qui n'a transmis aucun compte-rendu, indique qu'il apprécie de lire ceux des autres. Soulignons que certains de ses propos laissent à penser qu'il n'a probablement pas lu celui de M^{me} $\mathcal{R}$ concernant *Golf* (voir aussi plus loin sur son désintérêt concernant ce problème). Il souligne qu'il a arrêté d'étudier les mathématiques il y a environ 37 années, que ce n'est pas son domaine préféré et que les comptes-rendus diffusés lui sont utiles pour élaborer ses propres préparations. Il ajoute qu'il a essayé de rédiger un compte-rendu du problème *Plus grand produit* mais n'a pas trouvé le temps de le finaliser. Il revient sur le temps contraint de son activité professionnelle, notamment sur le fait que les mathématiques ne sont qu'une partie de ce qu'il doit enseigner, et ajoute que la préparation de ces séances lui demande déjà du temps. Lors de la réunion R4-II, M^{me} $\mathcal{S}$ avait annoncé qu'elle préférait lire les comptes-rendus après avoir elle-même mis en oeuvre les problèmes. Elle nuance ici son propos en indiquant que cela l'aide à préparer, notamment l'énoncé et se rassurer. Les enseignants notent aussi qu'il n'est pas toujours facile de se rappeler certains détails de leur mise en oeuvre. À notre invitation, les échanges abordent la conception d'un outil pour faciliter la rédaction des comptes-rendus : se centrer sur quelques points qui posent des difficultés, notamment dans le déroulement et la phase de conclusion, au lieu de reprendre le déroulement intégral de la ou des séances. Il s'agirait principalement d'aborder ces difficultés de façon contextualisée et aussi d'évoquer la gestion réalisée ou les questions qu'elle pose à l'enseignant. M^{me} $\mathcal{S}$ souligne que M^{me} $\mathcal{R}$ a justement procédé un peu de cette façon dans son compte-rendu succinct de la séance du 5 février consacrée à *Golf*[14]. Pour l'essentiel, les propositions des enseignants aboutissent à la liste des questions reprises ensuite sur le site Web dans l'ordre de leur apparition au cours des échanges.

1. Est-ce que les élèves ont été capables de reformuler la consigne ?
2. Quelle proportion d'élèves a donné une réponse acceptable par rapport au problème ?
3. Les élèves sont-ils capables de schématiser la situation (quand c'est possible) ?
4. Les élèves sont-ils capables de réinvestir ce qui a été vu dans un autre contexte (exemple des cordes et des poignées de mains) quand c'est possible ?
5. Est-ce que le travail de groupe a fonctionné ?
6. Dans le cas où des élèves sont partis sur une mauvaise route, a-t-on réussi à leur expliquer pourquoi elle n'est pas correcte ? Ont-ils compris ?
7. Quelles sont les « idées » qui sont apparues dans la séance ? De la part des élèves ? De la part de l'enseignant ? Qu'est-ce qu'on en a fait ?
8. Quel rapport entre ce qu'on espérait comme bilan à la fin de la ou des séances et ce qu'on a obtenu ? Comment a-t-on conclu la séance ?
9. Y a-t-il eu des débats, des échanges ? Entre l'enseignant et les élèves ? Entre les élèves ? Comment se sont-ils déroulés ? Quelle(s) difficulté(s) pour les gérer ?
10. Comment a-t-on présenté le problème aux élèves ?

[14] Il s'agit du deuxième compte-rendu étudié à la section 5.2.3 page 184.

Afin de favoriser des échanges ultérieurs sur ces points, c'est nous qui proposons la question 7 concernant l'origine et le traitement des idées apparues dans la séance et la question 9 qui concerne les débats et les échanges qui ont pu avoir lieu entre l'enseignant et les élèves et entre les élèves eux-mêmes. Par contre, notre question sur les façons de « reprendre la main » suite à une recherche des élèves n'est pas reprise, peut-être parce qu'il y a déjà 7 questions au moment de notre proposition, comme le remarque M. $\mathcal{D}$ – même si finalement 3 autres seront ajoutées par la suite. C'est peut-être aussi parce que les enseignants ne voient pas l'intérêt de cette question car, comme semblent le montrer les échanges qu'elle suscite, ils pensent plus ou moins procéder de la même manière. Concernant le nombre de questions, nous ajoutons qu'il ne s'agit pas forcément de répondre à toutes les questions.

Afin de travailler la question posée par M^{me} $\mathcal{S}$ concernant « l'avancement » des séances qui est finalement restée assez peu traitée dans les échanges, nous proposons la question 8 concernant l'écart entre ce qu'attendait l'enseignant et son bilan de la séance.

En fin de discussion sur l'outil, M. $\mathcal{D}$ demande s'il est censé les aider à ne pas retomber dans les mêmes difficultés. Nous rappelons l'esprit dans lequel nous l'avons proposé. Il évoque alors la possibilité qu'ils présentent « *mal* » le problème et M. $\mathcal{H}$ propose alors la dernière question qui, elle aussi, est discutée par tous. L'intérêt de l'outil ne semble donc pas évident a priori pour M. $\mathcal{D}$.

Nous avons donc directement proposé 4 questions au cours de la réunion et 3 ont été retenues (7, 8 et 9).

Concernant les apports du site Web, M. $\mathcal{H}$ souligne que « *il n'y a pas de secret, il faut se lancer, il faut y aller. [Ce qui est fourni sur le site Web] est à la fois complet, c'est bien, ni trop peu ni trop... mais en même temps, ce n'est pas suffisant tant que ne l'a pas vécu...* ». Avec M^{me} $\mathcal{S}$, il semble d'accord pour dire que le site Web ne peut pas tout donner, que l'enseignant doit expérimenter lui-même. C'est sans doute l'idée qu'il n'y pas de recette complète à donner du fait notamment de la complexité de ce genre de situation (par exemple référence au fait que les élèves peuvent faire des liens avec d'autres problèmes vus en classe). Cependant, M^{me} $\mathcal{S}$ ajoute que, même si la gestion dépend des élèves, elle peut penser à une option et ne pas penser à une autre, qu'il serait intéressant d'avoir éventuellement des réactions d'élèves sur le site Web pour faciliter l'évaluation de la validité de certaines proposition. Nous indiquons que la modalité des comptes-rendus est proposée dans cet esprit mais elle pouvait aussi attendre des aides plus directes. Nous cherchons à susciter d'autres commentaires quant au contenu du site Web mais il n'y en a pas. Au sujet de l'ajout de nouveaux problèmes (voir aussi plus loin), M. $\mathcal{D}$ dit en substance qu'il faudrait qu'ils soient plus facilement compréhensibles, notamment en ce qui concerne les preuves proposées. Il cite le problème *Plus grand produit*. Avec la participation de M. $\mathcal{H}$, nous expliquons « l'astuce » qui consiste à remplacer n par $(n+2)-2$. Au fur et à mesure des échanges, M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{D}$ révèlent, plus ou moins directement, des souhaits d'amélioration du site Web : options de gestion de classe selon M^{me} $\mathcal{S}$, rédaction des preuves selon M. $\mathcal{D}$.

M. $\mathcal{D}$ dit qu'il y a deux problèmes qui « *ne passent pas* » pour lui : *Golf* et *Piscine*. M. $\mathcal{H}$ lui demande combien de fois il a fait *Piscine* – jamais – et il lui suggère d'essayer. M. $\mathcal{D}$ dit qu'il essayera peut-être avant la fin du mois[15]. Il se demande s'il faut donner les effectifs des classes puis demande à M. $\mathcal{H}$ de lui envoyer un document sans préciser lequel. M. $\mathcal{H}$ propose de lui envoyer le compte-rendu qu'il dit a rédigé en 1 h, ce qu'il fait le lendemain matin de la réunion. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle ne comprend pas *Piscine* non plus et qu'elle ne comprenait pas bien *Golf* auparavant. Ces

[15] Ce sera finalement l'année d'après.

échanges sont pour nous des indices d'une valeur que les enseignants peuvent trouver dans la CoP, un appui sur l'expérience de leurs collègues, qui peut se limiter à un encouragement à aller au-delà de ses premières impressions ou jusqu'à l'envoi d'un document, ici un compte-rendu envoyé le lendemain de la réunion. Ils sont aussi un moyen de s'informer de la pertinence du site Web alors qu'une question directe n'obtient pas les mêmes réponses.

Pensant à l'année prochaine, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande si les problèmes sont adaptés en CE2. Nous disons que c'est le cas de *Golf* et de *Cordes*. Elle signale qu'elle a mis en oeuvre *Piscine* avec des CE2 dans sa classe l'année précédente. Nous indiquons que *Plus grand produit* risque d'être difficile pour des CE2 et nous proposons de mettre d'autres problèmes à disposition. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ acquiesce et ajoute qu'elle aura aussi des CE1 l'année suivante. Pour les CE2, M. $\mathcal{H}$ propose de mettre éventuellement en oeuvre *Piscine* à la fin de l'année. Nous suggérons l'utilisation de calculettes.

Nous annonçons que M. $\mathcal{F}$ part à la retraite et que nous allons chercher à recruter de nouveaux membres. M. $\mathcal{H}$ en profite pour rappeler les difficultés de M$^{\text{me}}$ $\mathcal{B}$ pour participer pleinement à la CoP et qu'elle va, elle aussi, partir prochainement en retraite. Nous évoquons le nombre d'enseignants envisageable à notre avis, sept ou huit, afin de faciliter les réunions. M. $\mathcal{H}$ propose de parler de la CoP à un nouveau collègue connu aussi de M. $\mathcal{D}$. Ce dernier propose d'en parler à un autre collègue s'il le rencontre. En fin de réunion, il s'avère que les enseignants souhaitent continuer à participer à la CoP[16]. On voit donc ici qu'ils y accordent de la valeur, conformément aux objectifs du stade de la fusion.

Thèmes abordés	*Intervenants*
Les comptes-rendus	
Rappel : ils apprécient d'abord de rédiger le leur ; proposition de mettre au point un outil pour faciliter la rédaction	JPG
N'en a pas écrit mais apprécie de lire ceux des autres pour préparer ; a essayé d'en rédiger mais n'a pas trouvé le temps de finaliser ; ne pas trop mettre de questions dans l'outil ($\leqslant 7$?) ; l'outil créé est-il censé aider à ne pas retomber sur les mêmes difficultés ?	M. $\mathcal{D}$
Servent aussi à préparer, notamment sa version de l'énoncé, et à se rassurer ; M$^{\text{me}}$ $\mathcal{R}$ a rédigé un compte-rendu compatible avec l'outil souhaité	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$
Pas toujours facile de se rappeler certains détails de la séance	(enseignants)
Liste de questions pour l'outil guide des comptes-rendus	(tous)
Le site Web	
Le site Web est bien, sinon « *on va trop donner* »	M. $\mathcal{H}$
Il ne peut pas suffire, il faut se lancer et essayer	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ M. $\mathcal{H}$
Il serait intéressant d'avoir éventuellement des réactions d'élèves pour faciliter l'évaluation de la validité de certaines proposition	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$

. . .

TAB. E.8: À propos de la CoP : réunion R5-II (suite page suivante).

[16]En début de réunion, nous leur proposons même d'arrêter éventuellement : « *Est-ce que vous souhaitez continuer à travailler comme ça ou est-ce que vous souhaitez des changements ou arrêter tout simplement ?* »

Thèmes abordés (suite)	*Intervenants*
Les preuves devraient être plus compréhensibles (ex. *Plus grand produit*), 37 ans d'arrêt d'étude des mathématiques	M. $\mathcal{D}$
Les problèmes proposés	
Golf et *Piscine* semblent peu attrayants ou peu clairs, au moins au premier abord	M^{me} $\mathcal{S}$ M. $\mathcal{D}$
Les problèmes sont-ils adaptés en CE2 et en CE1 ?	M^{me} $\mathcal{S}$
M. $\mathcal{H}$ peut-il lui envoyer un document sur *Piscine* ?	M. $\mathcal{D}$
Envoie le compte-rendu de *Piscine*, notamment pour M. $\mathcal{D}$; suggère la fin de l'année pour *Piscine* en CE2	M. $\mathcal{H}$
Suggère l'utilisation de calculettes pour *Piscine* en CE2 ; ajoutera des problèmes, dont certains aussi adaptés en CE1	JPG
Recrutement de nouveaux membres	
M. $\mathcal{F}$ en retraite en fin d'année, cherche à recruter de nouveaux membres	JPG
M^{me} $\mathcal{B}$ peu disponible et bientôt en retraite, proposera à un collègue éventuellement intéressé	M. $\mathcal{H}$
Essaiera d'en parler à un collègue éventuellement intéressé	M. $\mathcal{D}$

TAB. E.8: À propos de la CoP : réunion R5-II.

E.6 Réunion R6-III – 17 novembre

La réunion est essentiellement centrée sur le contexte de la recherche et le design de l'expérimentation, elle n'aborde pas les activités RPP en tant que telle.

À propos de l'activité de la CoP Nous présentons le cadre de la recherche, ses objectifs, ses modalités et ses contraintes. M^{me} $\mathcal{G}$ et M. O disent qu'ils connaissent ERMEL mais qu'ils ne l'utilisent pas. Avec M. $\mathcal{H}$, on rappelle qu'ils restent libres de ce qu'ils souhaitent mettre en oeuvre dans leur classe, de la durée et du nombre de séances qu'ils souhaitent y consacrer. Voyons un exemple d'intervention de M. $\mathcal{H}$ quand M^{me} $\mathcal{G}$ demande comment s'opère le choix des problèmes :

> *M^{me} $\mathcal{G}$: Oui, dans la liste de problèmes, étant novice, il faut les faire tous ou on n'en choisit un ? Comment vous avez fait les autres années ?*
>
> *M. $\mathcal{H}$: On ne les a pas tous fait, non je ne crois pas...*
>
> *M^{me} $\mathcal{G}$: Non.*
>
> *JPG : Non, non.*
>
> *M^{me} $\mathcal{G}$: On choisit quoi ?*
>
> *M. $\mathcal{H}$: Non, Jean-Philippe, il vient deux trois fois dans l'année, trois fois.*
>
> *JPG : Ce que j'ai prévu, autant que possible, j'aimerais autant voir trois fois*
>
> *M^{me} $\mathcal{G}$: Mm, Mm.*
>
> *JPG : ... observer trois séances...*

M^{me} $\mathcal{G}$: D'accord.

M. $\mathcal{H}$: Et puis après, c'est en fonction de ce qu'on a envie de faire et...

On voit qu'ici c'est M. $\mathcal{H}$ qui répond le premier à l'interrogation de M^{me} $\mathcal{G}$. M. $\mathcal{O}$ demande ensuite s'ils peuvent modifier l'énoncé des problèmes. Il s'ensuit un échange avec nous et dans lequel M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{S}$ participent en donnant quelques éléments apparus les années précédentes. En donnant l'exemple de la séance *Golf* menée par M^{me} $\mathcal{R}$ dans un contexte « concret », on dit qu'il s'agit notamment de garder la structure mathématique du problème et que des adaptations sont aussi possibles. M^{me} $\mathcal{B}$ partage son temps d'enseignement avec un collègue et a en charge l'enseignement de la géométrie. Nous lui disons que certains problèmes ont une base de géométrie. M. $\mathcal{H}$ précise que le fait qu'il suive plus ou moins la progression ERMEL lui laisse parfois peu de choix parmi les problèmes proposés mais qu'il a toujours trouvé moyen de choisir. Comme elle l'avait déjà fait à la réunion précédente, M^{me} $\mathcal{S}$ demande si des problèmes sont adaptés à ses élèves de CE1/CE2. Nous répondons par l'affirmative en ajoutant que le site Web a été mis à jour pour tenir compte des remarques faites à son sujet : ajout de quatre problèmes, ajout de l'outil pour les comptes-rendus, précision de nos coordonnées[17]. Étant donné que nous étions avancé dans la phase de fusion, nous avons fait le choix de ne pas présenter les problèmes aux nouveaux enseignants comme nous l'avions fait pour la réunion R1-I. Nous voulions ainsi donner davantage de place aux autres enseignants et au site Web dans l'activité de la CoP.

Nous rappelons que les enseignants sont aussi libres de faire évoluer les modalités de fonctionnement de la CoP notamment en ce qui concerne les comptes-rendus, dont nous rappelons rapidement l'historique et l'évaluation qu'en ont fait les enseignants. Nous distribuons des copies de l'outil de rédaction des comptes-rendus et rappelons brièvement son origine et ses objectifs : faciliter la rédaction des comptes-rendus, partager les difficultés rencontrées et les choix faits. Une discussion s'engage sur l'intérêt de ne pas ressaisir les questions de l'outil puis sur le format de fichier et le traitement de textes à utiliser pour permettre à chacun de le consulter[18]. On discute de l'intérêt de la mise en forme : M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{B}$ pensent que cela a peu d'intérêt et que chacun peut rapidement remettre en forme un compte-rendu s'il le souhaite. C'est aussi l'avais de M^{me} $\mathcal{S}$ qui dit que, pour un jeu de questions-réponses, la mise en forme est peu importante. M^{me} $\mathcal{R}$ pense, elle, que si les comptes-rendus sont mal présentés – elle aurait préféré une grille – et s'ils trop longs, ils ne seront pas lus. Étant donné que la maîtrise de l'outil informatique semble être relativement hétérogène, nous proposons finalement de commencer en privilégiant l'envoi du compte-rendu dans le corps du message plutôt que dans un fichier attaché et nous renvoyons à des échanges ultérieurs basés sur les premiers comptes-rendus. Enfin, nous échangeons sur le calendrier des séances qu'il nous sera possible d'observer puis nous invitons M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{R}$ et M^{me} $\mathcal{B}$ à donner leur avis sur leur expérience des deux premières années. Les échanges sont peu audibles mais leurs interventions au cours de l'ensemble de la réunion et leur présence montrent qu'ils sont relativement satisfaits de leur présence dans le dispositif. M^{me} $\mathcal{G}$ demande ensuite « *... mais pour les élèves, est-ce que ça s'est bien passé ?* ». M^{me} $\mathcal{S}$ répond que c'est « très positif » et la discussion s'arrête là. Notons que l'ambiance de la réunion est relativement détendue et que les enseignants semblent intervenir assez spontanément, notamment les « pionniers », ce que notre analyse quantitative devrait confirmer.

[17]Pour ce qui concerne les problèmes proposés et les modifications apportées, voir page 142.

[18]Certains utilisent le traitement de texte MS Word alors que d'autres utilisent Lotus. Ce dernier permet aussi de lire des fichiers MS Word. Une visionneuse Lotus est aussi disponible pour les utilisateurs de MS Word mais nécessite d'être installée.

Le tableau E.9 présente synthétiquement les thèmes abordés lors de la réunion et les intervenants de ces thèmes.

Thèmes abordés	*Intervenants*
Le contexte de la recherche	
Contexte de la recherche, design et évolutions.	JPG, M. $\mathcal{H}$
Effets sur les élèves.	M^{me} $\mathcal{G}$, M^{me} $\mathcal{S}$
Les problèmes proposés	
Choix et reformulation des énoncés.	M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{O}$, JPG
Activités adaptées en CE1/CE2 ?	M^{me} $\mathcal{S}$, JPG
Activités en géométrie ?	M^{me} $\mathcal{B}$, JPG
Les comptes-rendus	
Utilisation de l'outil de rédaction des comptes-rendus, mise en forme des comptes-rendus, formats de fichier.	(tous)
Ne pas rédiger des comptes-rendus trop longs afin qu'ils soient lus, aurait préféré une grille.	M^{me} $\mathcal{R}$

TAB. E.9: À propos de la CoP : réunion R6-III.

E.7 Réunion R7-III – 12 janvier

Étant donné la richesse des points abordés, nous avons résumé les échanges en fonction des grands thèmes abordés.

À propos des activités RPP La réunion aborde les thèmes suivants : durée d'une séance et obtention d'une preuve par les élèves (potentiels de recherche et de débat), l'énoncé et la dévolution de problèmes, la gestion des débats (potentiel de débat), la préparation des séances, le réinvestissement de ce qui est vu dans les problèmes (potentiel didactique).

Obtenir des preuves de la part des élèves

Les échanges permettent d'évoquer la durée de résolution d'un problème et l'obtention d'une preuve par les élèves. Évoquant sa mise en oeuvre de *Tours*[19], M. $\mathcal{H}$ dit, sans préciser de durée, que la résolution d'un problème ne peut pas trop durer. Il pense qu'il est peut-être trop « *dirigiste* » à nos yeux mais qu'il ne peut se permettre de laisser toute la responsabilité aux élèves. Nous rappelons aux enseignants qu'ils ont toute liberté de choix. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle n'arrive jamais à « *boucler en une séance* » et qu'il en faut au moins deux ou trois, que si on veut que les élèves trouvent par eux-mêmes, c'est long et elle ajoute qu'elle « *s'étale* » peut-être trop. M. $\mathcal{D}$, lui, pense avoir « *bouclé* » sa dernière séance en 1h environ et que les élèves avaient bien compris le problème. M. $\mathcal{O}$ dit qu'il avait bouclé le *Plus grand produit*, que les élèves ont bien cherché, ce qui est rarement le cas dans sa classe, mais qu'il ne voyait pas comment se sortir du moment où l'on veut être sûr d'avoir le

[19]M. $\mathcal{H}$ propose *Tours* à ses élèves le 4 janvier.

plus grand produit. Notons que tous les enseignants présents ont déjà mis en oeuvre au moins une fois ce problème. M. $\mathcal{D}$ s'interroge sur les critères de détermination de la validité d'une preuve avec des élèves de cycle 3 et dit qu'il ne veut pas « *aller trop loin non plus* » avec ces élèves[20]. M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{O}$ et Mme $\mathcal{S}$ pensent que les solutions complètes de certains problèmes ne sont pas accessibles aux élèves ce que nous confirmons pour *Plus grand produit*. Nous ajoutons que l'obtention de la preuve n'est pas l'objectif unique de ces activités[21]. Les enseignants se demandent notamment s'ils peuvent accepter un résultat qui n'a pas été démontré. Nous soulignons le fait que des élèves trouvent tous pareils n'est pas une preuve et que les élèves doivent tenter de trouver des raisons de s'assurer qu'ils obtiennent le plus grand produit. M. $\mathcal{O}$, rejoint par Mme $\mathcal{S}$, propose de se poser la question de savoir si les élèves ont fait des mathématiques et souligne que cela dépend aussi des objectifs que les enseignants se fixent. Ils discutent brièvement en aparté de l'utilisation de la calculette pour ce problème[22]. M. $\mathcal{D}$ précise qu'un critère d'évaluation de sa séance est de voir si les élèves sont capables de reformuler la réponse, preuve incluse, avec les limites dues à leur âge. Ce dernier point n'est pas discuté. À propos de *Tours*, M. $\mathcal{D}$ dit que ses élèves ont assez rapidement orienté leur recherche sous une forme équivalente à un arbre, bien que tous les élèves n'avaient pas trouvé toutes les ramifications. L'utilisation de l'arbre étonne Mme $\mathcal{S}$. M. $\mathcal{H}$ dit qu'il a insisté plusieurs fois auprès des élèves sur la nécessité de rechercher une méthode.

Le travail en groupe des élèves

Le travail en groupe des élèves est aussi abordé. M. $\mathcal{H}$ demande à M. $\mathcal{O}$ comment il fait travailler ces élèves, individuellement ou en groupe. S'engagent alors des échanges qui aboutissent à explorer plusieurs options : des groupes plus ou moins « hétérogènes » du point de vue du niveau d'enseignement (par exemple CM1/CM2) ou du genre (garçon, fille), des changements possibles d'une résolution de problème à l'autre, se baser sur la disposition déjà organisée des élèves dans la classe de façon à limiter les déplacements, bouger les tables même les « tables doubles ». Mme $\mathcal{S}$ annonce qu'elle a modifié la disposition des tables en cours d'année de façon à ce que certaines d'entre elles regroupent déjà quatre élèves[23]. En évoquant *Triangles colorés*, elle dit qu'elle a eu du mal à organiser le travail de groupe, que les élèves travaillaient pour eux-mêmes, qu'ils semblaient avoir du mal à partager leur travail avec les autres, à accepter les triangles des autres élèves de leur groupe. Un consensus semble exister pour dire que la gestion des activités en groupe dépend surtout des années et des élèves, notamment de leur personnalité et du respect de la discipline en classe. Nonobstant ce relatif consensus implicite, des techniques sont évoquées. M. $\mathcal{O}$ veut, lui, essayer de donner un travail de manière à ce que chaque élève du groupe soit capable de faire quelque chose : par exemple, le rôle de secrétaire peut être proposé à un élève moins à l'aise en mathématiques pour l'obliger à suivre les échanges et les comprendre. Mme $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ précise que, dans les travaux de groupe, ils donnent généralement le même travail pour tous. Pour M. $\mathcal{D}$, les problèmes proposés ne peuvent être résolus qu'en groupe et, la plupart du temps, c'est l'enseignant qui choisit le secrétaire. Il peut ainsi interroger un élève moins à l'aise s'il le souhaite à un moment donné. M. $\mathcal{H}$ pense

[20]Extrait : « *[...]mais c'est vrai !... à quel moment avoir la preuve... bon, il faut être matheux pour ça. Je ne sais pas trop à quel moment on est certain du bon résultat, à quel moment on peut dire bon ben ça suffit. Ce sont aussi des élèves de CM2 ou CM1/CM2, jusqu'où peut-on aller ? Personnellement je ne veux pas aller trop loin non plus* ».

[21]L'utilisation des différents potentiels d'une activité de recherche aurait ici été particulièrement intéressante pour asseoir notre discours mais nous ne les avions pas encore suffisamment élaborés.

[22]Les propos sont cependant quasi inaudibles.

[23]Ceci a probablement un rapport avec le fait qu'elle avait dû bouger les tables au cours de sa séance 9 décembre.

qu'ERMEL préconise le travail de groupe, il précise aux élèves que chacun d'eux doit s'impliquer dans le travail du groupe. Les enseignants semble opter pour des moments de travail par groupes de 3 ou 4 élèves alternant avec des moments individuels.

M. $\mathcal{H}$ montre les feuilles produites par les élèves lors de la résolution de *Tours*, feuilles que nous avions amenées. Il y a une feuille par groupe et M. $\mathcal{H}$ précise que chaque élève peut écrire. M. $\mathcal{D}$ pense, lui, qu'une feuille unique implique d'un seul élève travaille pour les autres et qu'il propose une feuille de brouillon par élève. À propos de *Triangles colorés*, M^me^ $\mathcal{S}$ trouve intéressante la feuille commune et raconte son utilisation de triangles individuels qui ne favorisait pas le partage des productions[24]. Elle propose de faire tracer les triangles sur la feuille mais elle note aussi l'intérêt de pouvoir tourner le triangle individuel bien que cela ne semble pas favoriser le travail de groupe. M. $\mathcal{O}$ propose d'utiliser des attaches parisiennes pour les triangles.

Les échanges en classe entière

On discute aussi les échanges entre élèves en classe entière et l'action de l'enseignant durant ces échanges. M. $\mathcal{H}$ évoque le cas des élèves « *matheux* » qui ont bien compris comment résoudre le problème et qui l'expliquent bien à leur camarades. Il note que, même si ce sont les mots des élèves, les autres ne vont pas obligatoirement comprendre. M. $\mathcal{D}$ propose que les élèves présentent leurs travaux s'ils en ont envie mais propose aussi de s'appuyer sur d'autres élèves pour des reformulations. M. $\mathcal{H}$ évoque un exemple avec le problème *Tours* et dit que les autres n'en sont pas forcément capables et que le fait que l'enseignant insiste peut mettre en cause l'efficacité de cette option. M. $\mathcal{D}$ dit que les élèves peuvent comprendre avec le temps, le lendemain par exemple. M. $\mathcal{H}$ souligne les limites de ce procédé dès qu'il s'agit de la preuve d'un seul groupe à la fin de l'heure. M^me^ $\mathcal{S}$ évoque, elle, le décalage entre les élèves qui trouvent rapidement et les autres, et elle dit qu'il lui semble difficile de laisser exposer les premiers, que cela aboutit à clôturer rapidement la séance, sans que les seconds n'aient pu réellement s'investir dans la résolution du problème. Elle évoque la possibilité d'un groupe de « faibles » afin que les élèves puissent avancer à leur vitesse même s'ils ne vont pas aussi loin que les autres. M. $\mathcal{H}$ évoque, lui, le cas d'une élève, moins bonne en mathématiques que les autres élèves de son groupe, qui n'hésitait pas à venir présenter les résultats du groupe.

M. $\mathcal{D}$ dit ne pas rencontrer de difficulté dans la gestion des débats mis à part pour un ou deux groupes. M. $\mathcal{O}$ déclenche des rires en déclarant que ses élèves ne se sont pas disputés dans les groupes ce qu'il qualifie de « *chose rarissime* ». M^me^ $\mathcal{S}$ note que les élèves se sont parfois entêtés à poursuivre une route incorrecte et qu'elle a du mal à les orienter sur une route correcte. M. $\mathcal{D}$ propose la technique qui consiste à remettre certaines explications à plus tard quand il pense ne pas suffisamment les maîtriser. Il précise que ce type de problèmes n'est pas aussi simple qu'un exercice de division, qu'ils ne connaissent pas encore les trucs pour les gérer comme c'est le cas d'autres parties du programme. M. $\mathcal{O}$ et M. $\mathcal{H}$ disent qu'ils utilisent aussi cette technique, et parfois en dehors des mathématiques.

M^me^ $\mathcal{S}$ évoque aussi la difficulté des mises en commun quand elle demande aux élèves d'écouter et dit qu'ils ont finalement du mal à être attentifs à ce que disent les autres. M. $\mathcal{O}$ précise que ce n'est pas spécifique au niveau d'enseignement. M^me^ $\mathcal{S}$ poursuit en disant qu'elle s'arrange pour afficher « quelque chose de visuel » au tableau pour accompagner le discours des élèves mais que ce n'est

[24] Elle avait déjà utilisé la technique de la feuille unique l'année I (problème *Cordes*) et elle la réutilisera pour *Tours* le 1^e^ mars suivant.

pas toujours possible. Elle dit chercher des procédés pédagogiques efficaces et ajoute qu'elle ne fait pas exposer tous les groupes car c'est trop long et rébarbatif. M. $\mathcal{D}$ dit que ce n'est effectivement pas possible.

Réinvestir ce qui est travaillé dans les problèmes

La question du potentiel didactique est abordé explicitement quand M. O demande comment réinvestir ce qui est vu lors de la résolution des problèmes et s'il s'agit de reprendre un énoncé différent mais avec la même structure. M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{D}$ pensent que cela dépend des problèmes. Nous signalons un lien possible au niveau de la stratégie de recherche entre les problèmes *Tours* et *Triangles colorés*. M^{me} $\mathcal{S}$ précise qu'elle a été surprise de voir que des élèves n'étaient pas capables, à la suite des congés de Noël, de réinvestir la méthode de résolution pour produire effectivement les triangles colorés, c'est à dire afin de construire un jeu. Elle propose de donner le même problème avec des carrés.

La préparation des séances

M. $\mathcal{D}$ dit qu'il met très longtemps pour préparer les séances, pour comprendre, pour penser à ce que vont faire les élèves tout en précisant qu'on ne peut pas tout prévoir. M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ acquiescent. Il ajoute qu'il fait beaucoup de brouillons et il montre le nombre de feuilles de son dossier. M^{me} $\mathcal{S}$ dit aussi qu'elle fait beaucoup de calculs et elle précise que chercher le problème aide à prévoir les réactions des élèves. M. $\mathcal{D}$ souligne la valeur de la CoP en précisant que c'est à cause de la difficulté à préparer ces séances et à prévoir ce qui va se passer qu'ils participent à l'expérimentation. Il dit aussi qu'il est utile de faire deux ou trois fois la séance[25], que la première fois est plus problématique. M. $\mathcal{H}$ dit que l'enseignant doit être très concentré pour saisir certaines réactions d'élèves devant un problème et il évoque sa présentation de *Tours* mené la semaine précédente quand il racontait le problème aux élèves.

Les enseignants évoquent aussi le nombre d'élèves par classe qui aurait tendance à augmenter et qui ne leur faciliterait pas la gestion de la classe.

Écriture et reformulation de l'énoncé, dévolution du problème

Suite à une question de M. $\mathcal{H}$ à M. $\mathcal{D}$, ce dernier précise que l'écriture du problème, par lui et/ou les élèves leur permet de réfléchir et qu'il demande ensuite des reformulations du problème aux élèves. Pour M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$, ces reformulations peuvent aussi avoir lieu au cours de la séance et pas seulement au début. M. $\mathcal{D}$ dit qu'il ne procède pas ainsi alors que M. O pensent qu'ils le font tous. Nous disons qu'il est intéressant de dépasser l'obstacle de la lecture pour faire des mathématiques et d'obtenir des bouts de preuves comme par exemple avec *Plus grand produit*, où les nombres 10 et 14 peuvent permettre aux élèves de voir si les règles trouvées avec l'un marchent avec l'autre et où le fait que le « plus grand produit » change au fur et à mesure de la recherche donne une dynamique à cette situation.

M. O demande jusqu'à quel point il faut expliquer le problème au début d'une séance pour, par exemple, éviter aux élèves des erreurs grossières. M. $\mathcal{H}$ dit que c'est un choix de l'enseignant et qu'il n'y a pas de vérité absolue. En substance, il ajoute que, maintenant, il pense nécessaire d'insister

[25] À cette date, les seuls problèmes observés deux fois dans sa classe sont *Cordes* et *Somme et différence*.

dès le départ sur la compréhension du problème car il pense que sinon des problèmes persistent tout au long de la résolution. Il fait ainsi entendre que sa position a évolué avec le temps. M^{me} $\mathcal{S}$ évoque le fait que, pour *Triangles colorés*, ses élèves ont eu du mal à comprendre qu'on pouvait tourner les triangles même à la fin du problème et dit qu'elle aurait pu le préciser plus tôt. M. $\mathcal{O}$ dit que ces questions de gestion sont liées aux contraintes de temps. M. $\mathcal{H}$ revient un peu sur ce qu'il disait et dit qu'on peut aussi laisser les élèves se débrouiller avec l'énoncé, et que finalement, les deux sont intéressants : orienter un peu au départ ou laisser le problème très ouvert. M. $\mathcal{D}$ dit que, même si le problème n'est pas bien défini au départ, les élèves vont s'aider entre eux même si l'enseignant n'oriente pas au départ. M. $\mathcal{H}$ dit que c'est tout de même mieux de le faire.

M^{me} $\mathcal{S}$ trouve qu'il n'est pas facile de trouver des formules adaptées aux élèves pour la présentation du problème, par exemple pour *Plus grand produit*. M. $\mathcal{D}$ dit qu'il pose une variante de l'énoncé du site web et qu'il en discute ensuite avec les élèves. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle faisait de même avec des CM et qu'elle ne voit pas d'autre option. M. $\mathcal{D}$ et M. $\mathcal{O}$ soulignent, sans préciser davantage, l'importance du niveau d'enseignement. Ce dernier évoque aussi la rigueur attendue du vocabulaire en mathématiques et il propose d'utiliser plusieurs niveaux de langage. M. $\mathcal{H}$ acquiesce et dit que la rigueur du langage n'est pas le plus important dans ce type de séance, qu'il faut en évaluer l'intérêt et propose d'être tolérant. Il dit qu'il culpabilisait au début sur ce point. M^{me} $\mathcal{S}$ ne se souvient pas si elle avait écrit l'énoncé ou non. Dans l'optique de poser *Plus grand produit* à des élèves, elle l'écrirait au tableau et traiterait des exemples avec les élèves au tableau. Notons que, dans sa mise en oeuvre, le 30 janvier de l'année précédente, l'énoncé écrit avait au contraire une place mineure dans le déroulement. M. $\mathcal{H}$ ajoute le fait de faire lire l'énoncé par un élève – ce qu'il fait rarement en réalité – et de demander à trois volontaires de reformuler le problème avec leurs mots d'élèves – à l'inverse, les demandes de reformulations sont courantes dans ses séances. Nous proposons de partir directement de l'exemple. M. $\mathcal{H}$ acquiesce, ainsi que M^{me} $\mathcal{S}$ qui ajoute que, en tant qu'enseignants, ils sont « formatés » pour toujours partir d'un énoncé et qu'elle n'avait pas envisagé de partir d'un exemple. M. $\mathcal{H}$ illustre cette possibilité concrètement pour *Plus grand produit*. M. $\mathcal{O}$ pense qu'un exemple introduit une démarche, par exemple avec $10+3+1$. M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{S}$ acquiescent à cette remarque. M. $\mathcal{H}$ propose de demander à des élèves susceptibles d'utiliser plus de deux termes. M. $\mathcal{D}$ voit l'intérêt du travail de groupe pour aller au-delà de l'addition de deux termes et souligne que des élèves parlent suffisamment fort pour que l'idée se diffuse entre les groupes. M^{me} $\mathcal{S}$ explicite que la découverte de la possibilité d'ajouter plus de deux termes fait partie de la recherche. Nous proposons que l'enseignant agisse de manière à régler assez rapidement cet aspect du problème sans forcément le faire dès le début de la séance. Il restera ainsi davantage de temps pour chercher le problème. Ainsi, la compréhension de l'énoncé peut, voire doit, constituer une partie conséquente de la recherche pour les enseignants les moins avancés dans la pratique des activités de recherche alors que M. $\mathcal{H}$ préfère, lui, s'assurer assez tôt dans la séance que l'essentiel ait été compris. Nous appuyons ici cette position mais le débat reste cependant ouvert.

Les problèmes de gestion abordés et les éventuelles solutions évoquées lors de la réunion sont synthétisées dans le tableau E.10.

Questions	*Réponses*
Obtenir des preuves de la part des élèves	

...

TAB. E.10: À propos des activités RPP : réunion R7-III (suite page suivante).

Questions (suite)	*Réponses*
La résolution d'un problème ne peut pas trop durer (M. $\mathcal{H}$) ; n'arrive pas à se limiter à une séance (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$).	L'enseignant doit intervenir (M. $\mathcal{H}$), se poser la question des objectifs et de savoir si les élèves ont fait des mathématiques ; on peut proposer une calculette (M. $\mathcal{O}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$) ; les élèves devraient être capables de reformuler la réponse et la preuve avec une tolérance due au niveau d'enseignement (M. $\mathcal{D}$).
Comment les élèves peuvent-ils savoir qu'ils ont le plus grand produit (M. $\mathcal{O}$) ?	Ne pas aller trop loin dans les exigences de preuve à ce niveau d'enseignement (M. $\mathcal{D}$) ; certaines preuves ne sont pas accessibles aux élèves (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{O}$, JPG) ; ils doivent tenter de le prouver (JPG) ; on peut insister sur la nécessité de chercher une méthode (M. $\mathcal{H}$).
Le travail en groupe des élèves	
Comment organiser le travail en groupes ?	Groupes plus ou moins hétérogènes, modification des groupes selon les séances, se baser sur la disposition de la classe pour limiter les déplacements, bouger les tables même si ce sont des tables doubles (enseignants). Les élèves travaillent parfois pour eux-mêmes dans leur groupe, ont du mal à accepter le travail de leurs pairs (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$), dépend des années, des personnalités d'élèves, alterner des phases individuelles et en groupes (enseignants).
Comment organiser le travail des groupes ?	Donner un travail spécifique à certains élèves pour qu'ils soient capables de l'effectuer, ex. rôle secrétaire pour élève faible (M. $\mathcal{O}$) ; donner le même travail pour tous, donner une feuille par groupe (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$) ; au contraire, éviter une feuille par groupe ; l'enseignant choisit le secrétaire en fonction du déroulement de la séance et peut interroger un élève faible s'il le souhaite à un moment donné (M. $\mathcal{D}$) ; pour *Triangles colorés*, les triangles individuels doivent pouvoir tourner (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{O}$) ; groupes de 3 ou 4 (enseignants).
Les échanges en classe entière	

...

TAB. E.10: À propos des activités RPP : réunion R7-III (suite page suivante).

Questions (suite)	*Réponses*
Les élèves à l'aise peuvent aider les autres qui ne vont pas toujours comprendre ; les élèves ne peuvent pas toujours reformuler ; la compréhension évolue lentement dans le temps d'une séance (M. $\mathcal{H}$).	Seuls les volontaires présentent leur travail, d'autres peuvent le reformuler ; il faut aussi un temps de maturation pour comprendre (M. $\mathcal{D}$) ; une élève moins à l'aise en mathématiques peut aussi exposer pour son groupe (M. $\mathcal{H}$).
Décalage entre élèves rapides et les autres : si les premiers exposent, les derniers investissent moins le problème (M^{me} $\mathcal{S}$).	Faire un groupe « faible », même s'il ne va pas aussi loin que les autres (M^{me} $\mathcal{S}$).
Difficile d'orienter élèves « entêtés » qui suivent une voie incorrecte (M^{me} $\mathcal{S}$).	Remettre les explications à un autre moment, notamment si on ne maîtrise pas le sujet (M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{O}$).
Difficile de capter l'attention des élèves pendant les mises en commun (M^{me} $\mathcal{S}$) ; non spécifique aux mathématiques (M. $\mathcal{O}$).	Afficher « quelque chose de visuel » au tableau si possible ; ne pas faire exposer tous les groupes car effet long et rébarbatif (M^{me} $\mathcal{S}$) ; ne pas faire exposer tous les groupes (M. $\mathcal{D}$).
Réinvestir ce qui est travaillé dans les problèmes	
Réinvestir ce qui est vu lors de la résolution des problèmes (M. $\mathcal{O}$) ?	Cela dépend des problèmes (M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{D}$) ; lien entre *Tours* et *Triangles colorés* (JPG) même si les élèves ne sont pas toujours capables de faire ce lien (M^{me} $\mathcal{S}$).
La préparation des séances	
L'augmentation des effectifs de classe ne facilite pas la gestion (enseignants)	-
La préparation d'une séance est longue (M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$).	Chercher le problème aide à prévoir les réactions des élèves (M^{me} $\mathcal{S}$) ; utiliser les comptes-rendus diffusés (M. $\mathcal{D}$).
Gestion des séances est difficile (M. $\mathcal{D}$)	Participer à la CoP ; faire 2 ou 3 fois le même problème (M. $\mathcal{D}$) ; être très concentré pendant la séance (M. $\mathcal{H}$).
Écriture et reformulation de l'énoncé, dévolution du problème	

...

TAB. E.10: À propos des activités RPP : réunion R7-III (suite page suivante).

Questions (suite)	*Réponses*
Comment présenter le problème ? Jusqu'à quel point expliquer le problème en début de séance ? (M. $\mathcal{O}$) ; des élèves n'ont pas compris jusqu'à la fin qu'on pouvait tourner les triangles (M^{me} $\mathcal{S}$).	Écrire l'énoncé au tableau ou le faire écrire aux élèves puis demander des reformulations en début de séance permet aux élèves de réfléchir ; les élèves peuvent s'aider entre eux notamment au sein des groupes (M. $\mathcal{D}$) ; des reformulations peuvent aussi avoir lieu pendant la séance (M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$) voire assez tôt pour ce qui concerne la rotation des *Triangles colorés* (M^{me} $\mathcal{S}$) ; c'est un choix préférable de l'enseignant mais on peut aussi laisser les élèves se débrouiller avec l'énoncé (sa position a évolué avec le temps) ; on peut faire lire l'énoncé à un élève et demander des reformulations à certains autres qui ont bien compris ; il n'y a pas de vérité absolue (M. $\mathcal{H}$) ; il faut dépasser l'obstacle de la lecture ; on peut partir d'exemples, obtenir des bouts de preuve, jouer sur les différentes instanciations d'un même problème (JPG) ; cela dépend du niveau d'enseignement (M. $\mathcal{D}$, M. $\mathcal{O}$).
Rigueur du vocabulaire utilisé (M. $\mathcal{O}$).	Utiliser plusieurs niveaux de langage (M. $\mathcal{O}$) ; ce n'est pas le plus important ici, il faut de la tolérance (sa position a évolué avec le temps) (M. $\mathcal{H}$).
Un exemple introduit une démarche (M. $\mathcal{O}$, M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{D}$).	On peut partir d'exemples afin de laisser plus de place à la recherche du problème lui-même (JPG).

TAB. E.10: À propos des activités RPP : réunion R7-III.

À propos de l'activité de la CoP

Les comptes-rendus

On discute du fait qu'il y a eu peu de comptes-rendus transmis. Nous rappelons que les comptes-rendus sont une proposition et que c'est aux enseignants de voir si cela leur est utile. Ils disent à nouveau qu'ils apprécient de les lire mais que la rédaction demande du temps. M. $\mathcal{D}$ dit qu'il n'en rédigera probablement pas mais qu'il s'en sert pour préparer. M. $\mathcal{H}$ annonce qu'il en a envoyé un le matin même de la réunion et qu'il n'a pas ressenti l'utilité d'utiliser l'outil de rédaction des comptes-rendus. Il ajoute aussi que le terme « acceptable » de la question « Quelle proportion d'élèves a donné une réponse acceptable par rapport au problème ? » est ambigu. M^{me} $\mathcal{S}$ trouve l'outil utile et dit qu'elle n'a pas pris le temps de rédiger le sien, même si elle trouve cela utile pour sa pratique. Elle dit qu'il est intéressant de se rencontrer s'ils ne font pas les comptes-rendus. M. $\mathcal{O}$ dit qu'il a pris des notes sur sa dernière séance puis évoque des contraintes de temps et le fait de profiter de ses vacances. Il est intéressé par les options, notamment en matière de matériel, que les comptes-rendus peuvent proposer[26]. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'ils ne peuvent avoir toutes les idées, qu'il ne s'agit pas de dire ce qu'il faut faire mais que cela donne des idées et elle ajoute que les aspects matériels n'apparaissent pas du tout dans les questions.

M. $\mathcal{H}$ dit que le support électronique des comptes-rendus permet de le retrouver plus facilement que le support papier et que ça facilite aussi une rédaction en plusieurs fois, ce qu'il a fait pour celui envoyé le matin même. Il propose de ne pas trop travailler la rédaction[27].

Le site Web

M. $\mathcal{O}$ dit qu'il a eu du mal à comprendre les problèmes qui devaient finalement être instanciés avec des valeurs numériques. Il précise aussi qu'il a compris dans un second temps que les énoncés n'étaient pas directement à poser aux élèves et souligne que la rédaction de l'énoncé pour les élèves est très important. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle n'avait pas compris le problème *Rectangles*[28]. M. $\mathcal{D}$ précise que ce sont les éléments de preuve qui lui posent le plus de difficultés. Il évoque aussi la différence de langage entre le site Web et ce que produisent les élèves et se dit qu'il faudrait aller plus loin avec les élèves. Nous rappelons que l'on peut discuter du contenu et de la forme de ce qui est proposé sur le site Web, et nous rappelons aussi que le site Web est rédigé à destination des enseignants, qu'ils ne souhaitent pas avoir trop d'information, ne pas être trop dirigés. M^{me} $\mathcal{S}$ est d'accord sur ce choix tout en soulignant, avec l'acquiescement des autres enseignants, que cela contribue au manque d'assurance et demande du coup davantage de préparation.

Par ailleurs, M. $\mathcal{H}$ trouve les « éléments de débats » ajoutés cette année intéressants pour la préparation de la séance, que cela peut confirmer ses impressions lors d'une séance. M. $\mathcal{O}$ les trouve complémentaires du reste et propose aussi d'ajouter des choses sur le site Web mais sans préciser davantage. M^{me} $\mathcal{S}$ trouve intéressant d'essayer d'abord soi-même et d'avoir plus tard ces nouvelles informations ou d'autres. M. $\mathcal{D}$ évoque l'exemple de la dénomination des tours pour le problème *Tours* qui l'avait alerté sur cet aspect dans sa séance. Il dit qu'il n'y aurait pas pensé et que cela lui a fait utiliser plusieurs formulations.

Le contexte de la recherche

M. $\mathcal{D}$ précise que notre présence lors des observations le stresse un peu, notamment dans des moments difficiles à gérer. M. $\mathcal{H}$ et M^{me} $\mathcal{S}$ acquiescent. Il dit aussi que notre présence perturbe l'activité des élèves. M^{me} $\mathcal{S}$ n'est pas d'accord, M. $\mathcal{H}$ précise, lui, que ça ne dérange pas tous les élèves.

Le tableau E.11 page suivante présente synthétiquement les thèmes abordés lors de la réunion et les intervenants de ces thèmes.

[26]Notons qu'a priori, M. $\mathcal{O}$ n'a pas pu lire de compte-rendu sauf peut-être celui de M. $\mathcal{H}$ envoyé le matin même.

[27]Il dit qu'il faut le compte-rendu « soit brut de décoffrage ».

[28]Elle nous l'avait déjà dit juste avant la séance du 10 décembre de cette année et nous lui avions alors expliqué le problème.

Thèmes abordés	*Intervenants*
Les comptes-rendus	
Rappel des objectifs des comptes-rendus	JPG
N'a pas eu le temps de rédiger son compte-rendu mais trouve utile de le faire ; trouve l'outil de rédaction utile même si les aspects matériels n'y apparaissent pas ; les enseignants ne peuvent penser à toutes les idées, trouve les réunions intéressantes si aucun compte-rendu n'est diffusé.	M^{me} $\mathcal{S}$
N'a pas eu besoin de l'outil de rédaction pour rédiger le sien ; l'expression « réponse acceptable » utilisé dans l'outil est ambigu ; le support électronique des comptes-rendus permet le retrouver facilement et facilite la rédaction en plusieurs fois comme il l'a fait ; propose de ne pas trop travailler la rédaction des comptes-rendus	M. $\mathcal{H}$
Utiles pour préparer.	M. $\mathcal{D}$
A pris des notes sur sa séance mais n'a pas eu le temps de rédiger ; intéressé par les options possibles proposés par les comptes-rendus.	M. $\mathcal{O}$
Le site Web	
N'avait pas compris *Rectangles* car peu de détails sur le site ; le côté minimaliste est intéressant à préserver mais cela contribue à leur manque d'assurance et demande davantage de préparation ; les « éléments de débat » et autres informations sont intéressants à consulter après les mises en oeuvre.	M^{me} $\mathcal{S}$
Les preuves sont parfois difficiles à comprendre ; le langage du site Web est différent de celui des élèves.	M. $\mathcal{D}$
Le site Web est à destination des enseignants ; certains ne souhaitent pas avoir plus de détails.	JPG
A eu du mal à comprendre les problèmes qui devaient être instanciés avec des valeurs numériques ; il faudrait compléter le site Web.	M. $\mathcal{O}$
Les « éléments de débat » sont intéressants pour préparer.	M. $\mathcal{H}$ M. $\mathcal{O}$ M. $\mathcal{D}$
Le contexte de la recherche	
La présence de l'observateur perturbe activité de l'enseignant.	M^{me} $\mathcal{S}$ M. $\mathcal{H}$ M. $\mathcal{D}$
La présence de l'observateur ne perturbe pas activité des élèves.	M^{me} $\mathcal{S}$
La présence de l'observateur perturbe activité des élèves ou certains d'entre eux.	M. $\mathcal{D}$ M. $\mathcal{H}$

TAB. E.11: À propos de la CoP : réunion R7-III.

E.8 Réunion R8-III – 31 mars

À propos des activités RPP M. $\mathcal{D}$ dit qu'il a utilisé le compte-rendu de M. $\mathcal{H}$ de sa mise en oeuvre de *Piscine* et qu'il n'avait pas compris pourquoi il avait plusieurs pris 8 écoles et 9 pour un autre cas. Il précise qu'il n'est pas retourné sur le site Web, qu'il trouvait le problème très vague et que cela ne l'avait pas « inspiré »[29]. Il ajoute que M. $\mathcal{H}$ avait dit que ce problème était intéressant. M. $\mathcal{D}$ précise qu'il avait écrit l'énoncé sur son cahier de préparation puis au tableau comme M. $\mathcal{H}$: « pareil, en exposant ». Même quand ce dernier rappelle qu'il a montré puis caché le tableau, M. $\mathcal{D}$ n'aborde pas cet aspect différent de sa pratique. Il dit aussi qu'il a hésité sur l'utilisation du mot « créneaux » et qu'il l'a finalement retenu, ainsi que « planning », et que sa séance s'est finalement bien déroulée. Il précise avoir utilisé 6 classes pour avoir un exemple plus simple, puis un deuxième, et évoque le compte-rendu de M. $\mathcal{H}$ et les nombres qui se terminent pas 5, qui n'ont finalement pas posé de problème dans sa classe. Il indique que les élèves ont trouvé plusieurs solutions alors que, lui, n'en avait trouvé qu'une. M. $\mathcal{H}$ revient sur son choix des 8 classes qui découlent de ses recherches sur Internet pour préparer sa séance. Il nous demande si nous avions proposé des exemples sur le site Web, ce qui est le cas mais il s'avère a posteriori que M. $\mathcal{H}$ avait consulté toutes les pages concernant *Piscine* sauf celle qui présentait les exemples [30]. Il évoque aussi le fait qu'il a changé sa manière de présenter le problème[31], que cette deuxième mise en oeuvre lui a permis de mieux gérer l'activité et qu'une troisième mise en oeuvre pourrait encore modifier sa façon de la concevoir. Notons au passage que des échanges sur les étiquettes utilisées par M. $\mathcal{H}$ sont l'occasion d'un trait d'humour de M. $\mathcal{D}$ sur ce que l'on apprend à l'IUFM et qui ne s'avère pas forcément utile par la suite[32]. Par ailleurs, il ne se souvient pas avoir fait deux fois le même problème alors qu'il a mis en oeuvre deux fois *Somme et différence* et *Cordes* pendant les années (I) et (II).

Pour M^me $\mathcal{S}$, le travail en groupe des CE1 – niveau qu'elle pratique pour la première année – lui semble moins facilement envisageable qu'en cycle 3, mais pas forcément impossible. M. $\mathcal{D}$ souligne, lui, que ses élèves travaillent moins quand ils sont en groupe de 3 ou 4, qu'il utilise habituellement des groupes de 2. M. $\mathcal{H}$ pense qu'il a une classe privilégiée du fait du recrutement des élèves. D'autres facteurs consensuels sont proposés : l'enseignant lui-même, les élèves, leur âge, le nombre d'élèves par groupe ou par classe, l'ambiance sonore de la classe.

Nous demandons pour savoir si leur pratique a changé au fur et à mesure de l'expérimentation des activités proposés. M. $\mathcal{H}$ évoque un transfert de pratique en EPS. M^me $\mathcal{S}$ ajoute qu'ils transfèrent tous un peu de leur pratique d'une discipline à l'autre. De manière plus inattendue, M. $\mathcal{D}$ dit qu'il aborde maintenant des parties du programme qu'il ne traitait pas car elles ne lui semblaient pas envisageables dans sa pratique :

> *[...] je vais... j'ai tendance à vouloir... vouloir... ça m'arrive de temps en temps quand même hein... réussir... enfin au moins essayer, faire des leçons que j'admirais avant dans les livres de maths [manuels pour les élèves]. et que je ne faisais jamais. Oh ! Je ne sais pas, des études de graphiques ou des choses comme ça. Des belles leçons... Là ! Oh ! C'est bien ça oui mais... mais il faut faire la numération, il faut faire les mesures,*

[29] D'après nos données (cf. tableau D.3 page 384), M. $\mathcal{D}$ n'a jamais consulté les informations du site Web à propos de *Piscine*. Il se réfère donc à ce qui avait été présenté à la réunion R1-I.

[30] L'année précédente, c'est la rubrique *preuve* qu'il n'avait pas consulté.

[31] La deuxième fois, il n'a pas utilisé des étiquettes de couleur pour différencier chaque cas de *Piscine*. Cet élément ne nous paraît cependant pas décisif dans le déroulement de la séance.

[32] Il évoque notamment des « trucs de décor ».

il faut faire la géométrie, il faut faire ça, il faut faire ça, et puis malheureusement, comme je n'ai pas de livre de maths, c'était des leçons qui sautaient quoi. Maintenant j'ai tendance à me lancer un petit peu là-dedans. [sollicitations pour poursuivre de notre part] Je me suis ouvert à d'autres types de... un peu moins traditionnels quoi en fait. Heu... peut-être pas dans les autres matières, pas encore mais... dans les années qui viennent... [trait d'humour car il part en retraite dans un an] Mais c'est vrai qu'en maths j'ai... ça m'a forcé un peu à faire autre chose et j'ai tendance à prendre le temps en classe aussi... parce qu'il y a ce fameux « programme » ! Je ne sais pas moi, j'ai le CM2 donc il faut qu'en fin d'année ils aient eu un peu de ça, un peu de ça, un peu de tout quoi. Si je les envoie au collège sans avoir vu les fractions, ça n'ira pas hein ! Donc j'ai [maintenant] tendance à prendre un petit peu de temps.

M. $\mathcal{H}$ dit aussi qu'il appréhende mieux le livre ERMEL, qu'il a moins peur du « flou » que les élèves peuvent amener et de l'incertitude de l'aboutissement d'une séance, et que les élèves peuvent aussi trouver des choses intéressantes. Il raconte brièvement un problème RPP extrait du ERMEL CM2 à base de pièces[33] où les élèves n'ont pas trouvé et où il a finit par dire : « *Stop... on arrête, on range tout, on verra plus tard* ». M. $\mathcal{D}$ l'interpelle pour qu'il précise l'énoncé du problème car il l'intéresse. Quelques échanges suivent entre M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{D}$ et M^{me} $\mathcal{G}$ pour dire qu'on peut trouver la solution par tâtonnement en commençant à répartir équitablement le nombre de pièces de chaque type. M. $\mathcal{D}$ demande alors s'il y a une « règle ». M. $\mathcal{H}$ répond que c'est possible mais que ERMEL ne donne que les réponses sans la démarche. Il fait comprendre que le problème implique aussi le traitement de l'unicité de la solution et conclut en disant que les élèves ont cherché, qu'il n'a pas donné sa propre démarche et qu'il pense ne pas les avoir convaincus qu'il fallait montrer qu'il n'y avait qu'une solution. Nous soulignons le lien entre ce problème et *Golf* et proposons une méthode par exhaustion des cas complémentaire de celle de M. $\mathcal{H}$ pour être sûr d'avoir toute les solutions. M^{me} $\mathcal{S}$ remarque que ce n'est pas si long que ça. La méthode étant déjà expliquée sur le site Web, on voit l'intérêt de notre approche concernant l'ajout des preuves des problèmes dans les ressources destinées aux enseignants et on voit aussi que les échanges lui apporte un net complément.

M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle laisse maintenant davantage de temps aux élèves pour dire comment ils ont fait et pour les laisser davantage « *patauger* » dans leurs recherches sans donner trop vite une réponse. Elle explique qu'elle propose déjà des situations problématiques aux élèves pour introduire des notions en mathématiques ou en français. M^{me} $\mathcal{G}$ dit, comme M^{me} $\mathcal{S}$, qu'elle leur donne plus de temps aux élèves pour qu'ils aillent plus au bout de leur raisonnement. M^{me} $\mathcal{G}$ trouve que ses élèves sont plus « *acteurs* » dans les problèmes traditionnels depuis qu'elle a commencé l'expérimentation. Elle dit aussi qu'elle a encore beaucoup « *d'appréhension* » ou « *d'angoisse* » par rapport à ce que les élèves peuvent trouver ou proposer et aux façons de réorienter leur travail. M. $\mathcal{D}$, lui, ne pense pas qu'il a modifié sa manière de gérer les activités. Il comprend les angoisses de M^{me} $\mathcal{G}$ concernant certaines solutions imprévues des élèves et raconte que dans ce type de situation, il a déjà dit aux élèves qu'il reprendrait le lendemain. On évoque le fait que les enseignants font parfois volontairement la sourde oreille à certaines propositions d'élèves qui peuvent les gêner à certains moments. M. $\mathcal{D}$ ajoute qu'ils les reprennent dix minutes plus tard pour qu'ils soient tout de même traités.

M^{me} $\mathcal{S}$ s'interroge encore sur les objectifs qu'elle peut se fixer pour les séances. Pour *Tours*, elle

[33]On a des pièces de 2 et 5 centimes. 32 pièces doivent donner 97 centimes. La solution est 21 pièces de 2 centimes et 11 pièces de 5 centimes.

aurait souhaité que les élèves comprennent qu'il fallait trouver une méthode de comptage similaire à *Triangles colorés* qu'elle avait déjà fait avec eux, or il n'en a rien été. Elle se focalise donc ici sur le potentiel didactique mais, d'une part, elle ne tient pas compte du fait que la méthode découverte ne fait pas explicitement partie des techniques à maîtriser à l'école primaire. Il n'y a donc pas d'entraînement d'où une mémorisation aléatoire. D'autre part, plus que les élèves, il se trouve que c'est l'enseignante qui avait fait émergé la technique, d'où une moins bonne mémorisation de celle-ci par les élèves. Nous rappelons les objectifs qui sont sur le site Web et qui peuvent l'aider : recherche des élèves échanges et preuves entre pairs, etc., la découverte de la solution n'étant pas l'objectif premier. M. $\mathcal{D}$ nous interpelle sur ce dernier point en disant qu'il trouve ça « *gênant* », au moins pour une majorité d'élèves qui peuvent comprendre où on voulait en venir. Il dit aussi que il y a toujours des élèves qui ont trouvé et d'autres qui comprendront plus tard. Il évoque aussi le « *plaisir de l'enfant* » et insiste plusieurs fois pour qu'il y ait un résultat à la fin de la séance : « *[... on ne peut leur demander de] réfléchir trois quarts d'heure dans le vide sans donner la solution* ». C'est un élément de la composante personnelle de sa pratique car il n'est pas partagé par les autres, même si M^me^ $\mathcal{S}$ semble le suivre en disant qu'elle aurait peut-être dû simplifier la recherche pour *Tours* et proposer seulement des tours à base rouge[34]. Cependant, elle note qu'en écrivant la solution au tableau, cela lui donne l'impression d'avoir été jusqu'au bout mais que les élèves ne la suivent pas forcément : « *on se fait plaisir aussi* ». Suite à notre sollicitation, M. $\mathcal{H}$, lui, ajoute que: « *Bon, on ne peut pas en faire que des chercheurs, il faut de temps en temps en faire des "trouveurs" aussi mais... je me suis fait une raison au bout de 3 ans d'ERMEL. Je me dit que c'est pas grave à la limite si on boucle une séquence et qu'elle n'est pas terminée. Ça va mûrir dans un coin et puis, comme on a les gamins suffisamment longtemps dans l'année, il y a un moment, souvent ça vient des gamins en plus, "ben oui c'est comme... Tiens, en fait". Laisser le temps au temps, laisser mûrir les choses et... Au début, je pensais qu'effectivement... j'étais un peu frustré d'avoir ce sentiment que ça n'avançait pas assez vite, que la séquence n'était pas bouclée, que je n'avais pas persuadé les gamins de la bonne et de la vraie solution. Et puis le temps fait son travail et, chemin faisant comme on dit, j'ai le sentiment que ça mène quand même. Bon, c'est flou évidemment, je n'ai pas de preuve tangible à apporter mais avec l'expérience, ce n'est pas du temps perdu quand même.* » Comme lui, M^me^ $\mathcal{G}$ pense que l'activité de recherche est plus importante que la solution et précise qu'en général, les enseignants ne laissent pas suffisamment chercher les élèves. Elle évoque aussi l'hétérogénéité des élèves et dit que les élèves peuvent au moins trouver une piste vers la solution. M. $\mathcal{H}$ développe encore son point de vue en défendant l'intérêt de la recherche, des débats entre élèves et d'une sorte de constat en fin de séance sur les avancées et les aspects non aboutis de la recherche, même sans avoir trouvé la solution : « *on peut terminer la séance en disant "ben voilà, on n'a pas trouvé la solution mais voilà les méthodes qu'on a éliminées, voilà par où il faut continuer à chercher puis on est obligé de s'arrêter parce qu'il y a le car qui vient nous chercher pour aller au gymnase ou..."* » Il évoque alors la chemise des « *travaux en cours* »[35] pour dire qu'il peut reprendre le problème le lendemain ou le surlendemain ou bien beaucoup plus tard.

Concernant la gestion des échanges entre élèves, M^me^ $\mathcal{S}$ trouve qu'il est difficile que les élèves écoutent un autre élève qui parle. M. $\mathcal{H}$ propose d'imposer des règles très claires comme celle

[34]Selon notre analyse, ceci réduit le nombre de solutions à 6 et ne facilite pas la mise en évidence de l'intérêt d'une preuve, les potentiels de recherche, de débat et didactique sont réduits au point de rendre l'activité peu intéressante pour les objectifs poursuivis.

[35]Chemise dans laquelle les élèves laissent les travaux en cours dans diverses disciplines.

consistant à ne pas laisser le rapporteur parler si les autres n'écoutent pas. Les enseignants disent que ceci n'est pas spécifique aux activités de recherche et ne voit pas ce qu'ils ont fait ou pourraient faire de spécifique pour celles-ci.

Nous avons synthétisé les problèmes de gestion abordés et les éventuelles solutions évoquées lors de la réunion dans le tableau E.12.

Questions	*Réponses*
Obtenir des preuves de la part des élèves	
Quel nombre d'écoles pour *Piscine* ? (M. $\mathcal{D}$)	On peut en trouver sur Internet (M. $\mathcal{H}$). Ils sont disponibles sur le site Web (JPG).
Comment présenter l'énoncé de *Piscine* ?	D'abord un cas simple avec 6 classes et des effectifs multiples de 10 ; des multiples de 5 ne posent pas de problème ; au tableau (M. $\mathcal{D}$). Au tableau mais en le cachant à un moment ; commencer par des multiples de 10 puis de 5 ; inutile d'utiliser des étiquettes de couleur pour différencier chaque cas (M. $\mathcal{H}$).
Combien de solutions à *Piscine* ? N'en avait trouvé qu'une et les élèves plusieurs (M. $\mathcal{D}$).	-
Travail de groupe : pas facile en CE1 mais pas forcément impossible (Mme $\mathcal{S}$). Difficile dans sa classe ; forme des groupes de 3 ou 4 au lieu de 2 habituellement (M. $\mathcal{D}$). Facile dans sa classe (M. $\mathcal{H}$).	Plusieurs facteurs : l'enseignant, les élèves, leur âge, le nombre d'élèves par groupe ou par classe, l'ambiance sonore de la classe .
Changement dans les pratiques (JPG).	Transfert en EPS ; appréhende mieux ERMEL ; optimise gestion de *Piscine* après une première mise en oeuvre (M. $\mathcal{H}$). Propose déjà des situations problématiques aux élèves dans d'autres disciplines ; donne davantage de temps de travail autonome aux élèves ; donne moins rapidement la solution (Mme $\mathcal{S}$). Donne davantage de temps de travail autonome aux élèves ; élèves davantage acteurs dans problèmes traditionnels (Mme $\mathcal{G}$). N'a pas modifié sa gestion des situations mais traite des parties du programme habituellement laissées de côté (M. $\mathcal{D}$).
Appréhension des propositions de solution par les élèves (Mme $\mathcal{G}$).	Remettre au lendemain quand on ne voit pas comment gérer ou éventuellement faire la sourde oreille et reprendre la proposition quelques minutes plus tard (M. $\mathcal{D}$).
	…

TAB. E.12: À propos des activités RPP : réunion R8-III (suite page suivante).

Questions (suite)	*Réponses*
Un nouveau problème de pièces (M. $\mathcal{H}$). Y a-t-il une « règle » ? (M. $\mathcal{D}$).	Solution de M. $\mathcal{H}$. Autre solution ; lien avec *Golf* (JPG).
Objectifs pour ces activité ; réinvestissement dans une autre activité (M^{me} $\mathcal{S}$).	Les objectifs sont axés sur la recherche des élèves et les échanges entre pairs ; voir le site Web ; plusieurs choix possibles (JPG). Toujours donner la solution (M. $\mathcal{D}$). Les élèves ne comprennent pas forcément si on donne la solution ; risque du seul plaisir de l'enseignant ; simplifier la recherche pour faciliter la découverte de la solution (M^{me} $\mathcal{S}$). Utiliser une chemise des travaux « en cours » (M. $\mathcal{H}$). Les élèves peuvent au moins trouver une piste vers la solution (M^{me} $\mathcal{G}$). L'important n'est pas de trouver la solution (M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{G}$). On peut conclure sur un constat sur des avancées et des points non éclaircis (JPG, M. $\mathcal{H}$).
Les élèves n'écoutent pas l'élève qui parle lors des mises en commun (M^{me} $\mathcal{S}$).	Faire respecter des règles strictes (M. $\mathcal{H}$). Ce n'est pas spécifique aux activités de recherche (enseignants).

TAB. E.12: À propos des activités RPP : réunion R8-III.

À propos de l'activité de la CoP La seule utilisation de l'outil de rédaction des comptes-rendus avérée à ce moment de l'année est celle du compte-rendu de M^{me} $\mathcal{S}$ à la suite de la réunion précédente et celles des l'entretien téléphoniques de M^{me} $\mathcal{S}$ et de M. $\mathcal{H}$. M^{me} $\mathcal{S}$ dit qu'elle s'était engagée à faire son compte-rendu à la suite de l'entretien et qu'elle a trouvé plus intéressant l'entretien que de faire le compte-rendu seule. Cependant, elle précise qu'on pourrait ajouter un item à l'outil pour dire ce que l'on changerait ou non pour une autre mise en oeuvre. L'intérêt de M^{me} $\mathcal{S}$ de M. $\mathcal{H}$ pour l'entretien est finalement peu détaillé. À propos de l'entretien téléphonique, M. $\mathcal{D}$ dit qu'il n'a pas de disponibilité pour cela et qu'il préfère les réunions.

Évoquant ses deux comptes-rendus, envoyés le même jour, M^{me} $\mathcal{G}$ dit qu'elle a fait le deuxième sur « *sa lancée* » et dit qu'il est donc « *baclé* ». Elle reste assez vague sur l'intérêt porté à ses comptes-rendus : « *ça ordonne la pensée quand même, je trouve ça important, puis bon c'est intéressant de voir ce qui nous en reste. Parce que bon, on oublie pas mal de choses hein dans le déroulement il reste ce qui est le plus important je crois à nos yeux* ». M^{me} $\mathcal{S}$ précise, elle, que : « *[si les comptes-rendus] n'étaient pas demandés par [nous] jamais j'en ferais... enfin c'est vrai qu'on ne fait pas... on s'en fait oui s'il y a une séquence qui n'a pas marché heu finalement on va se demander pourquoi ça n'a pas marché mais... le faire par écrit, c'est enrichissant parce que ça permet peut-être de se poser plus de questions mais moi je ne le ferais jamais si on ne me le demande pas quoi... c'est trop... c'est trop contraignant.* » Nous rappelons que les comptes-rendus sont une proposition de modalité de travail. Quelques échanges montrent clairement que, malgré l'intérêt des comptes-rendus et l'existence de l'outil de rédaction, le temps de rédaction reste trop contraignant aux yeux des enseignants présents. Les enseignants évoquent aussi l'opportunité d'un entretien en présentiel juste après la séance mais cette modalité leur apparaît finalement peu réaliste, notamment en dehors d'une expérimentation.

Intervient le fait que nous observons et filmons les séances. À l'inverse de M. $\mathcal{D}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ ne pense pas que cela dérange les élèves.

Avant la fin de la réunion, nous demandons aux enseignants s'ils souhaitent continuer ce travail, se revoir et comment ils imaginent la suite de ce travail. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ pense qu'elle va continuer à faire ce type d'activités car elle trouve que ça apporte beaucoup aux élèves et qu'ils y prennent du plaisir. Elle est d'accord pour une prochaine réunion mais exclu a priori de rédiger un autre compte-rendu. M. $\mathcal{D}$ pense aussi qu'il va réutiliser ce qu'il a pour l'année prochaine et proposer à nouveau certains de ces problèmes à ses élèves.

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ demande si nous avons des « *pistes* » à leur donner afin de ne pas avoir l'impression de « *tourner en rond* ». M. $\mathcal{D}$ dit qu'il souhaitait de nouveaux problèmes et qu'il en a eu – il cite *Triangles colorés*, problème des pièces donnés par ERMEL et *Piscine* même s'il n'est pas vraiment nouveau. M. $\mathcal{H}$ lui conseille d'acheter ERMEL, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ propose de le faire acheter par l'école. Nous proposons d'alimenter un peu le site Web, en signalant différentes façons intéressantes de présenter certains problèmes. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ rétorque qu'ils ont déjà partagé beaucoup de choses entre eux et n'est pas convaincu de l'intérêt de cette proposition. Nous indiquons que les absents pourraient être intéressés et rappelons l'aspect très minimaliste du site Web au début de l'expérimentation, aspect qui a un peu évolué et qui peu encore évoluer en se réunissant. Nous proposons de le faire lors de la prochaine réunion pour un ou deux problèmes[36]. M. $\mathcal{D}$ propose de choisir un problème qu'ils aient tous expérimenté. Au cours d'apartés avec M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$, il commence à expliquer rapidement le problème *Cordes* à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ et, avec M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et nous-même, l'encourage à le faire[37]. Pendant environ trois minutes, M. $\mathcal{D}$ oriente ensuite les échanges sur ce problème et les manière de le résoudre. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ se décide pour les cordes à mi-parcours des échanges. Avec une pointe d'humour, M. $\mathcal{D}$ renvoie au site Web pour les détails mais, appuyé principalement par M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, détaille assez simplement les deux entrées et la dynamique de cette activité. Il signale aussi à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ qu'il existe des comptes-rendus concernant ce problème. Nous proposons de mettre les comptes-rendus sur le site Web ou de les envoyer à M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ mais celle-ci préfère découvrir d'elle-même en disant qu'elle va « *jouer le jeu* ».

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ reprend sa requête en disant que, sans pour autant les juger, nous voyons probablement des éléments qui pourraient peut-être les aider. Nous répondons que nous sommes réticents à donner notre avis, notamment du fait de notre méthodologie de recherche. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ propose alors de présenter nos propositions sous forme d'options, « *des choses auxquelles ils ne pensent pas* », pour gérer les débats ou pour présenter un problème. M. $\mathcal{D}$ propose lui de faire des propositions sur les moments où arrêter une séance. Nous-mêmes ajoutons aux propositions la gestion des réponses des élèves parfois incompréhensibles ou qui paraissent difficiles à gérer. Nous soulignons ensuite qu'il serait intéressant alors de laisser une trace des options ainsi récoltées, cette trace, que nous prendrions en charge, laissant finalement libre chacun de faire comme il l'entend.

C'est M. $\mathcal{D}$ qui fait revenir les échanges à l'organisation de la prochaine réunion. Nous proposons de programmer celle-ci avant ou bien après les prochaines mises en oeuvre. C'est la première

[36] Il s'agit d'un jeu sur les dimensions *participation/réification* et *identification/négociabilité*.

[37] le 22 novembre, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ avait seulement consulté la présentation et les exemples de *Cordes*, elle le consultera en totalité le 9 mai, c'est à dire la veille de la mise en oeuvre.

option qui est retenue, à l'inverse des précédentes réunions. On termine par l'organisation des dates des prochaines observations.

Le tableau E.13 présente synthétiquement les thèmes abordés lors de la réunion et les intervenants de ces thèmes.

Thèmes abordés	*Intervenants*
Les comptes-rendus nécessitent trop de temps pour la rédaction ; ne souhaite pas en refaire ; préfère entretien téléphonique ; propose ajout d'une question à l'outil de rédaction des comptes-rendus.	M^{me} $\mathcal{S}$
Apport des comptes-rendus peu explicite ou détaillé.	M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{G}$
Apport des entretiens peu explicite ou détaillé.	M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$
Pas de temps pour entretien téléphonique ; préfère réunions.	M. $\mathcal{D}$
Entretien en présentiel à l'issue des mises en oeuvre finalement peu réaliste, notamment en dehors d'une expérimentation.	(enseignants)
L'observateur dérange certains élèves.	M. $\mathcal{D}$
L'observateur ne dérange pas les élèves.	M^{me} $\mathcal{S}$
Continueront à proposer ce type d'activités à leurs élèves.	M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{D}$
M. $\mathcal{D}$ devrait acheter ERMEL.	M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$
Proposer d'autres options pour gérer ces activités car ils ont déjà partagé plusieurs choses ; ne pas juger leur pratique.	M^{me} $\mathcal{S}$
Faire évoluer le site Web, notamment pour les enseignants absents ; proposer des options pour gérer ces activités notamment la gestion de certaines réponses d'élèves.	JPG
Proposer des options sur les façons d'arrêter une séance ; choisir un problème expérimenté par tous ; satisfait d'avoir eu de nouveaux problèmes.	M. $\mathcal{D}$
La promotion et le compte-rendu de *Piscine* par M. $\mathcal{H}$ décident et aident.	M. $\mathcal{D}$
M^{me} $\mathcal{G}$ décide d'expérimenter *Cordes* suite à la présentation de *Cordes*.	M. $\mathcal{D}$, M^{me} $\mathcal{S}$, JPG
Présentation d'un nouveau problème issu de ERMEL CM2	M. $\mathcal{H}$
Des comptes-rendus de *Cordes* existent.	M. $\mathcal{D}$
On peut rediffuser les comptes-rendus de *Cordes*.	JPG
N'a pas besoin des comptes-rendus de *Cordes*.	M^{me} $\mathcal{G}$
Préfère une autre réunion avant les prochaines mises en oeuvre.	(enseignants)

TAB. E.13: À propos de la CoP : réunion R8-III.

E.9 Réunion R9-III – 3 mai

À propos des activités RPP

Présentation du problème aux élèves

M. O préfère commencer par « *un petit truc de lecture* » : donner l'énoncé à lire, réexpliquer puis donner un exemple. Mme $\mathcal{G}$ propose aussi de demander les « *mots qu'ils ne comprennent pas* ». Notons que, selon notre expérience de formateur, cette consigne est relativement courante chez les enseignants et occulte, au moins au premier abord, le sens général des phrases pour se concentrer sur des mots particuliers. Autrement dit, la question posée ne concerne pas directement le sens global de l'énoncé, des phrases ou des expressions, ce qui peut laisser penser aux élèves, toujours a priori, que c'est le seul problème de compréhension qui peut les freiner.

Nous demandons s'ils procèdent de cette manière pour *Tours* et *Plus grand produit*. Mme $\mathcal{G}$ précise qu'elle demande aussi des reformulations sans que les élèves aient le texte sous les yeux. Sans en être certaine, Mme $\mathcal{S}$ pense qu'elle a fait de la même manière avec les CM les années précédentes et précise que, cette année, elle « *oralise* » le problème car elle a des CE1. En réalité, le rôle de l'énoncé écrit n'est pas majoritaire dans sa pratique avec les CM[38]. Pour Mme $\mathcal{G}$, l'oralisation de l'énoncé n'est pas envisageable en CM2 car les élèves doivent lire par eux-mêmes, cependant elle dit aussi qu'il lui arrive de « *théâtraliser* » certains énoncés de problèmes en classe mais par pour des situations de recherche. Mme $\mathcal{S}$ remarque avec humour qu'il n'est pas facile de théâtraliser *Plus grand produit*.

Quant à M. $\mathcal{H}$, il dit qu'il écrit l'énoncé derrière le tableau, le montre, le lit deux fois pour lui-même, le cache, le fait reformuler par les élèves dans un premier temps d'échanges, puis le montre à nouveau avant de lancer un nouveau temps d'échanges pour compléter ou vérifier la bonne reformulation et la bonne compréhension de l'énoncé. Il peut aussi utiliser des feuilles individuelles au lieu du tableau. Il s'interroge sur l'équilibre à trouver entre en dire suffisamment, pour que les élèves puissent chercher, et en dire trop, pour éviter « *d'abîmer la recherche* ». Il dit que l'idée est tout de même qu'ils comprennent rapidement de quoi il s'agit.

Suite à une demande de Mme $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$ dit qu'il pose l'énoncé de *Plus grand produit* tel qu'il est sur le site Web. Mme $\mathcal{S}$, Mme $\mathcal{G}$ et M. O doutent un peu que cela soit possible dans toutes les écoles car l'énoncé est particulièrement difficile à comprendre même pour eux.

Mme $\mathcal{S}$ se demande s'il faut généralement donner un exemple. En parlant de *Plus grand produit*, M. $\mathcal{H}$ dit qu'il pense avoir donné l'exemple de 14 une année car « *ça ne démarrait pas* ». M. O indique, lui, qu'il a remplacé le terme *décomposition* par *écriture* et qu'il avait pris un exemple « *suffisamment simple* » pour ne pas induire trop tôt la possibilité d'avoir une somme de deux termes.

Mme $\mathcal{S}$ dit, qu'en CM, ils font apparemment tous pareils. Nous faisons remarquer que ce n'est pas tout à fait le cas avec la technique de M. $\mathcal{H}$ qui demande aux élèves un effort de mémorisation. Nous proposons une autre option qui consiste à partir d'une situation vécue par la classe, comme pour *Piscine* dans la classe de M. $\mathcal{H}$.

Nous proposons aussi l'option qui consiste à proposer le problème à la classe comme un défi à relever. Mme $\mathcal{G}$ la trouve « *dangereuse* » si les élèves ne trouvent pas. Nous proposons de ne pas surcharger l'énoncé de départ avec des contraintes qui peuvent être ajoutées un peu plus tard afin de

[38]Cf. le chapitre suivant.

ne pas trop allonger le premier temps de présentation de l'énoncé, par exemple en voulant écarter des cas simples et en pensant gagner du temps (exemple donné avec les règles du 0 et du 1 pour *Plus grand produit*). Cette option permet aussi de permettre aux élèves de trouver au moins les cas les plus simples ce qui diminue la « dangerosité » de l'option « défi ».

Objectifs et conclusion

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ dit qu'elle se fixe des objectifs pour la séquence, qui dure deux ou trois séances, et que c'est plus facile une fois qu'elle a fait les problèmes une première fois. Elle dit qu'elle avait été impressionnée que des élèves trouvent le problème *Cordes*[39].

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ pense que le premier objectif est que les élèves soient en situation de recherche. Nous ajoutons qu'il faut aussi qu'ils aient bien compris le problème à chercher. Elle dit ensuite qu'elle ne pense pas toujours aux objectifs des séances de recherche. M. $\mathcal{O}$ intervient alors pour dire qu'il y pense car il trouve intéressant d'obliger les élèves à valider leur solution alors que d'habitude, ils appliquent sans chercher à savoir si c'est adapté ou non. Avec M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$, ils sont intéressés par le fait qu'il n'y ait pas de technique « standard » à appliquer ou à travailler pour ces activités de recherche comme pour des problèmes plus traditionnels tels ceux traitant de la proportionnalité.

M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ dit qu'il y aussi l'objectif d'un travail de groupe qui fonctionne. M. $\mathcal{H}$ illustre le fait que les élèves doivent apporter des preuves de ce qu'ils avancent[40] et motive le travail de groupe ainsi : « *On est 30 dans la classe, je ne vais peut-être pas avoir... on n'a pas le temps d'écouter 30 fois, alors mettez-vous en groupe et rédigez en commun quelque chose de simple à comprendre* ». Il dit qu'il y a l'objectif de savoir communiquer et de prouver qu'on a compris puis évoque l'exemple des chercheurs de la communauté scientifique qui ne trouvent pas toujours ou pas tout de suite ce qu'ils cherchent. Confirmant cette référence épistémologique, nous disons qu'on ne peut pas toujours espérer une résolution totale par les élèves parce que ça demanderait trop de temps, qu'ils ont parfois suffisamment cherché, qu'ils ont déjà trouvé quelques aspects de la solution ou des pistes susceptibles d'y mener, etc. Des exemples de critères de réussite d'une séance peuvent être que les élèves se rendent compte qu'ils n'avaient pas trouvé, qu'ils argumentent entre eux. On peut conclure une ou des séances en faisant le point sur ce qui a été trouvé ou non. M. $\mathcal{H}$ dit qu'il est, par exemple, intéressant que des élèves argumentent contre les propositions d'un autre, il cite aussi la notion de contre-exemple. Nous évoquons à nouveau avec M. $\mathcal{H}$ son classeur de « travaux en cours » qui fait que l'on peut reprendre la résolution du problème beaucoup plus tard au gré des opportunités qui peuvent être diverses, ce qui permet de jouer sur une maturation de la réflexion des élèves. Nous ajoutons l'option d'un affichage de classe susceptible de remplir le même rôle.

Gestion des réponses des élèves

Quand des élèves ont des propos « *incompréhensibles* », M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ le leur dit, elle demande si d'autres élèves ont compris et s'aident des reformulations. Si ce n'est pas possible, elle leur demande de réfléchir à nouveau à leur travail, ce qui suffit parfois. Nous indiquons que le fait de favoriser les échanges entre pairs laisse aussi du temps à l'enseignant pour réfléchir. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ souligne que les élèves se comprennent parfois entre eux mais que c'est elle a du mal à les comprendre. M. $\mathcal{O}$ repère,

[39] M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ pense sans doute à la formule $(n-1)n/2$ découverte par des élèves l'année (I)

[40] « *Qu'est-ce qui me prouve que t'as, tu m'as écrit un résultat là, tu m'as écrit quelque chose, qu'est-ce qui me prouve que tu ne l'as pas recopié sur le voisin et que tu n'as rien compris, prouve-moi que tu as compris* ».

lui, deux cas : d'une part, l'élève qui a compris mais qui n'arrive pas à expliquer et, d'autre part, celui qui semble être « *à côté de la plaque* ». Dans le premier cas, il dit que des élèves réussissent tout de même à le comprendre car il y a toujours un aspect compréhensible dans le fait qu'il ait trouvé le résultat et dans le dernier cas, des élèves s'en rendent rapidement compte. Nous résumons qu'il s'agit ici de demander aux autres élèves de se prononcer sur la compréhension de ce que disent un ou plusieurs élèves et sur la validité de ce qui est dit au lieu que ce soit l'enseignant qui le fasse avant eux. Nous expliquons qu'il y a des élèves qui trouvent vite mais qui ont plus de mal pour expliquer et que ceci peut être utilisé comme moteur d'une séance en renvoyant les élèves aux échanges entre pairs. En simplifiant un peu, certains élèves travaillent alors davantage à résoudre le problème et d'autres, plus avancés dans la recherche, travaillent à être plus convaincants. M. $\mathcal{O}$ identifie aussi le cas de l'élève qui trouve mais en utilisant des procédés très complexes et difficiles à suivre alors qu'il existe des procédés simples pour arriver au résultat. Nous disons que, même si cela ne résout pas toujours ce type de difficulté, il est encore possible de demander à ses pairs de donner leur avis ou, si le temps passé sur une proposition s'éternise, de laisser cette proposition de côté afin de laisser le temps aux élèves et à l'enseignant d'y réfléchir plus tard, l'enseignant en situation n'étant pas très disponible pour comprendre les propositions les plus complexes. Nous ajoutons que les élèves qui viennent de trouver une solution ne sont pas toujours pour autant prêt à la communiquer, qu'il leur faut parfois un temps spécifique pour se préparer à présenter leur travail. Enfin, l'enseignant peut aussi conclure que l'on a pas réussi à déterminer la validité d'une proposition en fin de séquence.

M^{me} $\mathcal{S}$ pense que c'est dommage que l'élève qui a trouvé partage ses découvertes alors que les autres pourraient continuer à chercher. Nous évoquons à la communauté des mathématiciens pour montrer les intérêts propres des recherches et des échanges entre scientifiques. M. $\mathcal{H}$ dit qu'ils commencent par interroger des élèves qui ont moins progressé dans les recherches et ensuite d'autres qui sont plus avancés, il fait aussi un parallèle avec un questionnaire de lecture et poursuit : si on interroge un élève qui a trouvé tout de suite, celui qui s'est trompé va se dire qu'il a faux et ne va même pas comprendre pourquoi il a faux. M^{me} $\mathcal{S}$ semble apprécier cette technique.

Nous ajoutons aux techniques déjà évoquées que l'enseignant peut rappeler ou faire rappeler ce qu'il y avait à faire avant que les élèves exposent leurs propositions. Ce peut être le problème entier ou une partie seulement (exemple avec *Cordes*), on peut aussi rappeler ce qui a déjà été trouvé, ce qui est faux, ce qui n'est pas sûr. Ceci permet de concentrer l'attention des élèves et les échanges sur ce qui est demandé.

Nous attirons l'attention des enseignants sur les mises en commun limitées en nombre d'interventions ou en durée, par exemple après un court moment de recherche, qui permettent parfois de consolider la consigne, de partager des idées de méthode qui n'ont pas encore pu aboutir du fait du temps limité de recherche, de motiver les élèves, de rythmer la séance. Ceci permet aussi de montrer aussi qu'une recherche ne se fait pas en un pas.

M^{me} $\mathcal{S}$ note qu'il y a peu d'écoute entre élèves pendant les mises en commun, même si elle les rappelle à l'ordre. Elle ajoute que certains élèves parlent parfois entre eux pendant qu'un autre expose, même si c'est à propos du problème. Elle pense qu'ils n'ont peut-être pas la maturité pour se dire « *j'écoute pour évoluer dans ma recherche* » ou bien que la coupure dans leur recherche n'est peut-être pas la bienvenue. M^{me} $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{H}$ disent que ça leur arrive aussi parfois ou après deux ou trois interventions. M^{me} $\mathcal{G}$ pense que les élèves sont de plus en plus « *perso* » et demande à M^{me} $\mathcal{S}$ si elle les prévient que, par exemple, dans 5 min., même si cela n'a pas toujours de sens pour eux, ils vont faire une mise en commun avec l'idée de leur donner un planning. M. $\mathcal{H}$ ajoute qu'on peut leur rappeler qu'ils auront l'occasion de s'exprimer devant toute la classe et qu'il leur faudra aussi accepter d'être contredit et d'écouter les autres. Il dit que c'est peut-être « *prêcher dans le désert* » mais qu'il vaut mieux le rappeler. Nous soulignons que le fait de les prévenir peut aider à créer une période de transition pour passer de la recherche à la mise en commun, ils peuvent travailler la formulation de ce qu'ils vont dire en même que de continuer à affiner leur recherche. Nous ajoutons qu'on peut utiliser une horloge en plus de leur indiquer la durée jusqu'à la prochaine phase.

M^me^ $\mathcal{G}$ propose aussi qu'il y ait un rapporteur dans un groupe. Les autres membres du groupe sont susceptible d'aider le rapporteur lors de la présentation ce qui permet a priori de retenir leur attention. M^me^ $\mathcal{S}$ dit que ses 31 élèves ne vont évidemment pas tous exposer d'où l'intérêt d'un rapporteur. Nous ajoutons que l'enseignant peut désigner le rapporteur au dernier moment selon ce qui l'arrange, s'il veut faire avancer plus ou moins vite la résolution et faire travailler tel ou tel élève. Le fait de ne pas le désigner trop tôt peut permettre à chaque élève de rester impliqué dans le travail du groupe. M. $\mathcal{H}$ développe l'idée qu'il peut être intéressant que le rapporteur ne soit pas celui qui a trouvé. Nous ajoutons que c'est d'autant plus intéressant si on leur a demandé de se mettre d'accord, de préparer leur intervention et que ceci donne des présentations plus riches, notamment si on procède ainsi dans d'autres disciplines. M. $\mathcal{H}$ ajoute qu'au fil du temps, il est devenu assez souple sur leurs manières de présenter, qu'il insiste moins sur l'écriture, que les élèves peuvent se limiter à écrire des nombres et qu'ils peuvent expliquer avec des schémas, des flèches, des dessins. Il pense qu'il est important d'insister sur la présentation des productions auprès des élèves, quitte à la reporter à un autre moment. Nous ajoutons que le principe à suivre est que les élèves cherchent à se faire comprendre des autres et que certains élèves tâtonnent quand ils présentent, que c'est long et que même l'enseignant a alors du mal à suivre sa présentation.

M. O insiste pour dire que les échanges passent toujours par lui, qu'il n'y a pas d'échanges inter-élèves : les élèves lui parlent, il reformule pour les autres et leur demande leur avis. M^me^ $\mathcal{G}$ et M. $\mathcal{H}$ proposent avec humour de tourner le dos ou d'aller boire un café. Nous proposons de demander aux élèves s'ils sont d'accord, de leur faire chercher des consensus et d'envisager de passer plus d'une séance pour un problème. Si les élèves pensent avoir raison, ils peuvent être plus motivés pour écouter et, ensuite, argumenter sur les différentes propositions. M. $\mathcal{H}$ propose aussi de rester « *neutre* ». M^me^ $\mathcal{G}$ propose – un peu plus tard en aparté avec M. O – de dire à l'élève qui s'exprime de ne pas lui parler mais de parler à ses pairs.

Nous signalons aussi que les élèves peuvent être très fatigués après trois-quarts d'heure de recherche et que l'enseignant peut alors les laisser préparer leur présentation, arrêter la séance en leur disant qu'ils ont suffisamment travaillé pour cette fois puis remettre la mise en commun à une prochaine séance. M^me^ $\mathcal{G}$ propose de ne laisser présenter que deux ou trois groupes qui utilisent des représentations différentes. Nous ajoutons que l'enseignant n'est pas obligé – même s'il a un sentiment de frustration – de faire présenter tous les groupes ou tous de la même manière et que, s'il veut vraiment que les élèves présentent lors de la séance, il peut aussi limiter le temps de présentation à deux minutes pour remettre les débats à la séance suivante. M. $\mathcal{H}$ utilise une technique qu'il qualifie de « *pis-aller* » : il demande si des élèves ont trouvé une solution identique ou similaire à celle qui est exposée et si ça « *vaut le coup* » qu'ils viennent exposer. Il dit qu'ainsi tout le monde est satisfait et que si deux ou trois détails changent, les élèves peuvent aussi le dire.

Par rapport au thème des débats et des propositions d'élèves, M. $\mathcal{H}$ dit que la situation est complexe et qu'il n'y a pas de solution miracle. Nous ajoutons qu'il s'agit d'évoquer des pistes de travail et des options.

Modalités de travail des élèves

Nous soulignons que les élèves « leaders » (i.e. les plus à l'aise) ont parfois tendance à entraîner le groupe et que les autres, les « suiveurs », s'impliquent alors moins dans l'activité. Il arrive aussi que les premiers se trompent dans les situations de recherche alors que les derniers avaient des pistes intéressantes qu'ils n'avaient pas oser partager. Sur une année, ceci est de nature à donner envie aux élèves les moins à l'aise de prendre plus de risques, ce qui joue plus globalement sur la qualité de l'activité des élèves. M. $\mathcal{H}$ dit que l'enseignant doit modifier la formation des groupes tout au long de l'année.

Les problèmes de gestion abordés et les éventuelles solutions évoquées lors de la réunion sont synthétisées dans le tableau E.14.

Questions	*Réponses*
Présentation du problème aux élèves	
Options possibles.	Principalement par oralisation du fait de la présence des CE1 (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$) ; lecture avec énoncé montré/caché et reformulations, comprendre rapidement de quoi il s'agit ; énoncé *Plus grand produit* tel que sur le site (M. $\mathcal{H}$). Lecture, reformulations et exemples (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{O}$). Énoncé *Plus grand produit* sur le site est difficile (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$, M. $\mathcal{O}$). Faire un lien avec une situation vécue par la classe ; proposer comme un défi ; ne pas surcharger l'énoncé et les consignes au départ afin que les élèves trouvent aussi un minimum de choses (JPG). Un « défi » est risqué si les élèves ne trouvent pas (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$).
Donner un exemple est incompatible avec les objectifs des activités ? (M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$)	Donner un exemple pour *Plus grand produit* si les élèves ne comprennent pas (M. $\mathcal{H}$). Un exemple risque d'induire une « *démarche* » [i.e. dévoiler des côtés de l'énoncé obscurs aux yeux des élèves] (M. $\mathcal{O}$).
Objectifs et conclusion	

. . .

TAB. E.14: À propos des activités RPP : réunion R9-III (suite page suivante).

Questions (suite)	*Réponses*
Comment définir les objectifs ?	Pour la séquence (env. 2 à 3 séances) ; c'est plus simple à faire si le problème a déjà été mis en oeuvre, car on sait si les élèves peuvent trouver (M^{me} $\mathcal{S}$). Objectifs de communication, de preuve entre pairs, et de compréhension des propositions de solution ; la solution n'est pas un objectif prioritaire ; lien avec la communauté scientifique [chercher/trouver] ; travail de groupe motivé par le nombre d'élèves ; notion de contre-exemple (M. $\mathcal{H}$). Le premier objectif est que les élèves cherchent ; un autre objectif est de faire fonctionner le travail de groupe ; ne pense pas toujours aux objectifs (M^{me} $\mathcal{G}$). Les objectifs sont importants car les élèves obligés de valider leur solution (M. O). Les problèmes proposés sont intéressants car il n'y a pas de techniques « standards » (M^{me} $\mathcal{G}$, M. O). L'objectif est que les élèves se rendent compte de l'état de leurs avancées, qu'ils en débattent entre eux (JPG).
Comment conclure ?	Utiliser éventuellement un classeur ou un affichage « *travaux en cours* » et s'appuyer sur la maturation de la réflexion (M. $\mathcal{H}$, JPG). Une résolution totale par les élèves peut être trop coûteuse, conclure une séance par un constat des avancées (JPG).
Gestion des réponses des élèves	
Face aux propos « *incompréhensibles* » d'élèves.	Leur dire ; s'appuyer sur les autres élèves ; leur demander de réfléchir à nouveau sur leur travail (M^{me} $\mathcal{G}$). S'appuyer sur les échanges entre pairs pour les traiter plutôt que sur une validation de l'enseignant ; les favoriser laisse aussi le temps de réfléchir aux propositions ; dire qu'on ne peut se prononcer sur la validité d'une proposition ; mettre une proposition provisoirement de côté pour y réfléchir ; focaliser l'attention des élèves sur ce qu'il y avait à faire avant une mise en commun en le rappelant ou en le faisant rappeler ; organiser des mises en commun limitées pour dynamiser la séance (JPG).
Traiter les avancées hétérogènes des élèves dans la résolution (M^{me} $\mathcal{S}$).	Interroger d'abord les élèves les moins avancés (M. $\mathcal{H}$). Les plus avancées travaillent à la formulation, les moins avancées travaillent à la résolution (JPG).

...

TAB. E.14: À propos des activités RPP : réunion R9-III (suite page suivante).

Questions (suite)	*Réponses*
Peu d'écoute entre élèves pendant les mises en commun même avec des rappels à l'ordre (M^{me} $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M^{me} $\mathcal{G}$) ; présentations longues ou hésitantes ; fatigues des élèves (JPG).	Problème de maturité ? coupure inadéquate dans leur recherche ? (M^{me} $\mathcal{S}$) Élèves de plus en plus « *perso* » ; prévenir les élèves d'une mise en commun à venir ; utiliser un rapporteur par groupe ; les autres membres du groupe peuvent intervenir avec le rapporteur ; ne faire présenter que 2 ou 3 solutions avec des représentations différentes (M^{me} $\mathcal{G}$). Pas de solution miracle ; rappeler les règles du débat ; ne pas prendre celui qui a trouvé comme rapporteur ; être souple sur les possibilités de présentation ; demander qui a fait pareil ou presque (M. $\mathcal{H}$). Prévenir et insister sur le rôle des présentations ; remettre à plus tard certaines mises en commun (M. $\mathcal{H}$, JPG). Prévenir d'une mise en commun et considérer les affiches comment des moyens d'améliorer les prestations ; utiliser une horloge pour prévenir de la prochaine phase ; désigner le rapporteur au dernier moment de façon à favoriser l'implication des élèves ; il n'est pas obligatoire de laisser tous les groupes présenter leur solution ; limiter le temps de présentation et reporter les échanges à plus tard (JPG).
Enseignant toujours médiateur des échanges d'où peu d'échanges entre pairs (M. $\mathcal{O}$).	Rester neutre (M. $\mathcal{H}$) ; dire à l'élève qui parle de parler à ses pairs (M^{me} $\mathcal{G}$) ; se limiter à demander leur avis aux autres élèves ; leur faire rechercher des consensus ; passer plus d'une séance pour un problème donné ; s'appuyer sur la volonté des élèves de convaincre leurs pairs (JPG).
Modalités de travail des élèves	
Élèves « leaders » et « suiveurs » (JPG).	Modifier la formation des groupes au long de l'année (M. $\mathcal{H}$). S'appuyer sur l'expérience des élèves et leur volonté de prendre de s'impliquer et de prendre des risques au long de l'année (JPG).

TAB. E.14: À propos des activités RPP : réunion R9-III.

À propos de l'activité de la CoP À la fin de la réunion, nous demandons aux enseignants s'ils pensent avoir des options supplémentaires intéressantes pour leur pratique. Ils pensent que oui mais M^{me} $\mathcal{S}$ regrette de ne pas les avoir eues plus tôt et dit qu'ils ne peuvent penser à toutes les options possibles même en y réfléchissant. En substance, nous revenons rapidement sur l'ergonomie du site Web de départ et sur les tensions afférentes à celle-ci.

M^{me} $\mathcal{G}$ propose alors de leur faire visionner des extraits de 5 min. des enregistrements effectués lors de nos observations. Elle développe son idée et c'est aussi l'occasion de quelques traits d'humour de chacun sur l'expérimentation et sur les pratiques observées. Nous ajoutons qu'on peut se limiter aux enregistrements sonores sans utiliser la vidéo. M^{me} $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{O}$ ne sont pas trop d'accord car, notamment, ils ne souhaitent pas se voir en vidéo ou s'entendre parler. M. $\mathcal{H}$ ajoute que « *ça n'est pas évident, ça [leur] échappe* ». Il serait a priori d'accord mais l'idée ne l'enchante pas vraiment. Nous présentons rapidement la technique d'auto-confrontation croisée déjà utilisée par Roland Goigoux ou dans des recherches sur les conducteurs de train[41] mais il n'y a finalement pas d'accord pour utiliser les enregistrements.

On discute des « éléments de débats possibles » apportés cette année sur le site Web. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ et M. $\mathcal{H}$ les apprécient car ils se sentent moins pris au dépourvu quand certains éléments apparaissent dans leur séance. M. $\mathcal{H}$ apprécie aussi le qualificatif « possible », que les éléments indiqués ne sont pas obligatoires : « *[...] le titre, il est très très bien : "éléments de débats possibles". Bon, ce n'est pas... c'est possible, ce n'est pas obligatoire et puis ça reste des éléments. Ça peut être... on en débat. Non, non, moi, ça m'a bien aidé enfin ça m'a bien plu en tous cas* ». Notons ici la nuance entre « ça aide » et « ça plaît ». Dans l'optique des CoP, le « ça plaît » est un facteur important de la participation. L'aide fournie n'est peut-être pas déterminante pour M. $\mathcal{H}$ mais elle existe – notion d'utilité de la ressource – et elle est acceptée – notion d'acceptabilité de la ressource. Les deux contribuent positivement à la réification de la ressource originale en une réification ergonomique.

Nous demandons s'ils ont des idées sur la présentation sur le site Web des divers éléments concernant la gestion des activités de recherche échangés lors de la réunion. Quelques échanges aboutissent à une organisation suivant les quatre thèmes traités dans l'esprit minimaliste des « éléments de débats possibles ». Ce nouvel outil a été ajouté sur le site Web quatre jours après la réunion et juste avant les observations à venir[42]. M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$ propose d'insérer les « réponses pas toujours incompréhensibles » avec les « mises en commun » ce qui limitera à trois thèmes. Nous n'avons finalement pas tenu compte de cette proposition car nous avons réalisé ensuite que chaque thème était déjà suffisamment étoffé pour ne pas en regrouper deux en un seul. Il reste que, selon nous, la ressource produite n'est pas ergonomique du fait notamment de la quantité de texte à consulter.

Le tableau E.15 présente synthétiquement les thèmes abordés lors de la réunion et les intervenants de ces thèmes.

Thèmes abordés	*Intervenants*
Tensions concernant l'ergonomie du site Web.	JPG
Options proposées lors de la réunion intéressantes mais aurait préféré les avoir plus tôt.	(M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$)
Échanges sur la présentation à venir des options discutées sur le site Web.	(tous)
Visionner ou écouter des extraits d'enregistrements.	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{G}$
Pas ou peu enthousiastes à l'idée d'exploiter les enregistrements.	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$, M. $\mathcal{H}$, M. $\mathcal{O}$
Présentation technique auto-confrontation croisée.	JPG
« Éléments de débats possibles » appréciés car moins pris au dépourvu.	M$^{\text{me}}$ $\mathcal{S}$ M. $\mathcal{H}$

TAB. E.15: À propos de la CoP : réunion R9.

[41] Un sujet regarde la cassette d'un deuxième sujet exerçant son métier. Il identifie des actions qu'il fait lui aussi et explique pourquoi il les fait.

[42] L'outil élaboré à la suite de la réunion est présenté page 357.

Annexe F

Autres documents

F.1 Projet présenté initialement aux enseignants

Introduction
Les nouveaux programmes de l'école primaire parus en 2002 demandent[a] que les élèves soient confrontés à de « véritables situations de recherche » en classe de mathématiques. Les manuels scolaires ou livres du maître ne proposent pas toujours ce genre de situations et la mise en oeuvre de ce type de problèmes est spécifique.
Le projet que je vous propose a pour cadre celui de mon mémoire de DEA en didactique des mathématiques.
L'objectif de cette collaboration entre enseignants de CM1 et CM2 et moi-même est de mettre en oeuvre des situations de ce type, c'est à dire des problèmes dans lesquels les élèves n'ont pas de procédure standard de résolution. Ces derniers doivent donc développer leurs capacités de recherche, débattre avec leurs pairs. De son côté, l'enseignant doit mener cette recherche sans trop la guider mais sans pour autant laisser les élèves à eux-mêmes, d'où la difficulté potentielle à gérer les débats.
Pour faciliter cette mise en oeuvre, les enseignants échangeront des éléments de leur pratique par voie électronique. Cette solution a notamment pour avantage de ne pas obliger chacun à se déplacer et à ne pas monopoliser trop de temps mais aussi celui de pouvoir évoluer facilement.
Modalités
Il ne s'agit pas d'une formation au sens strict mais d'un projet mené en collaboration avec d'autres enseignants.
Les problèmes proposés aux élèves et diverses informations seront disponibles sur un site web qui permettra aussi d'échanger sur les questions que peuvent se poser les participants avant les diverses mises en oeuvre mais aussi après. Les collègues qui participent à ce projet produiront des compte-rendus sommaires de leurs expériences (dactylographiés ou manuscrits[b]) afin que les autres participants aient des éléments supplémentaires concernant le déroulement des diverses séances. Le contenu et la forme des compte-rendus seront déterminés en commun afin qu'ils remplissent au mieux leur rôle.
J'assisterai à certaines mises en oeuvre dans les classes avec votre accord. En effet, ma recherche oblige à analyser des pratiques réellement observées. Comme dans toute recherche, les échanges et documents produits seront anonymés dans mon mémoire de DEA et l'accès au site web ne sera possible qu'aux participants à cette expérimentation.

Une rencontre aura lieu **mercredi 5 mars de 10h à 12h à l'IUFM** pour finaliser notre fonctionnement, pour une première étude des problèmes que je vous propose de mener dans votre classe et pour répondre à vos questions. Votre participation à cette réunion ne vous engage en aucune manière.

[a]Voir par exemple pp. 225-226 des programmes de l'école élémentaire et page 5 des documents d'application des programmes.
[b]Dans ce cas, je me charge de les dactylographier.

TAB. F.1: Le projet présenté initialement en année I. Mise en forme modifiée.

F.2 Questionnaire distribué aux enseignants au début de leur participation

Questionnaire de début d'expérimentation

Ce questionnaire est un des éléments de ma recherche et je vous remercie de bien vouloir le renseigner. À titre d'information, j'ai estimé entre 15 et 30 min la durée pour le remplir.

Nom :
Prénom :
Établissement :
Nombre d'élèves de chaque niveau de votre classe :

---

1. Avez-vous déjà mené dans votre classe des séances consacrées à des problèmes de recherche en mathématiques ?
   (a) Si oui, décrivez en brièvement deux ou trois ?
   (indiquez si possible leur provenance)
   (b) Vous arrive-t-il de scinder les recherches des élèves sur plusieurs séances ? (précisez si possible)
   (c) Que retenez-vous de ces mises en œuvre ?
   (d) Si vous n'avez jamais mené ce type d'activités, quelles en sont la ou les raisons ?
2. Avez-vous déjà travaillé avec d'autres collègues à la conception de *séances de mathématiques* par le biais d'échanges électroniques ou, par exemple, d'une simple réunion ?
   (précisez si possible)
3. Avez-vous déjà travaillé avec d'autres collègues à la conception de *séances autres que mathématiques* par le biais d'échanges électroniques ou, par exemple, d'une simple réunion ?
   (précisez si possible)
4. Si vous utiliser la messagerie électronique, depuis combien de temps l'utilisez-vous ?
5. Vous sentez-vous à l'aise dans son utilisation ? (choisissez un nombre sur cette échelle de 1 à 5[1])
   1 2 3 4 5
6. Si vous utilisez le web, depuis combien de temps l'utilisez-vous ?
7. Vous sentez-vous à l'aise dans son utilisation ?
   (choisissez un nombre sur cette échelle de 1 à 5)
   1 2 3 4 5
8. Utilisez-vous la messagerie électronique ou le web avec vos élèves
   (précisez brièvement) ?
9. Si vous avez des remarques, questions, suggestions, vous pouvez les écrire ci-dessous.

Note 1 : Nous avons supprimé les espaces de réponse aux questions ouvertes.

Note 2 : Nous joignons une enveloppe affranchie et à notre adresse pour le retour des questionnaires.

[1] 1=pas à l'aise, 5=très à l'aise.

F.3 Questionnaire envoyé à la fin de l'année IV

Chers collègues,

Vous l'avez compris, je n'ai pu mener l'année scolaire qui s'achève comme je l'avais initialement prévu. Le temps m'a manqué pour reprendre contact et travailler avec vous.

Cependant, pour écrire ma thèse, il faut que je connaisse le bilan que vous tirez de votre côté du travail que nous avons pu mener ensemble durant plusieurs mois ou années. Nous avons déjà échangé à ce sujet lors des rencontres que nous avons eu ensemble mais il est aussi nécessaire de revenir à la fois sur l'année qui vient de s'écouler et aussi, c'est très important pour ce travail de recherche, sur les résultats que je compte tirer et que je vous présenterai personnellement afin que vous puissiez les commenter.

C'est pourquoi je vous pose donc les questions suivantes dont je vous remercie de prendre connaisssance. Je me permets d'attirer votre attention sur le fait que vos réponses, tout ce qui vous concerne, que ce soit par oral ou par écrit dans les documents de recherche que je pourrai produire, dans toutes productions potentiellement issues de ce travail de recherche et cette expérimentation, dans toutes mes communications, sera rigoureusement anonymé (nom, prénom, école, circonscription, etc.). Dans le même esprit que la sincérité nécessaire au travail de recherche, vos réponses doivent être aussi sincères que possible afin de contribuer à la valeur de mes conclusions.

- quel bac (ou équivalent) avez-vous obtenu ? quelle formation universitaire avez-vous suivie ensuite (littéraire, scientifiques, mathématiques, etc.) ?
- que retenez-vous de cette expérimentation ?
- votre pratique des activités de recherche, des problèmes ouverts en particulier, a-t-elle changé ? (points principaux)
- avez-vous pratiqué des activités de recherche (problèmes ouverts ou assimilables) cette année ? combien ? lesquelles ?
- avez-vous utilisé les outils sur la gestion de ce genre de séances (manière de présenter les problèmes, gestion des débats, façons de conclure, etc.) dont nous avons dicuté en mai 2005 et qui figure aussi sur le site Web [adresse du site Web], rubrique "Informations sur le projet" puis "Propositions pratiques") ?
- avez-vous ?
  - lu le document d'accompagnement "Des problèmes pour chercher" (en ligne ou dans la brochure "Documents d'accompagnement")
  - seulement consulté "en diagonale"
  - pas consulté
- avez-vous d'autres commentaires à faire ?

Si vous le souhaitez, vous pouvez me répondre par courrier électronique mais je vous contacterai de toutes façons dès demain mardi par téléphone afin de discuter des conclusions que je compte tirer dans ma thèse et particulièrement de certains points qui peuvent vous concerner individuellement. Je serai absent toute la semaine prochaine mais je suis totalement libre cette semaine. Si vous préférez, je suis d'accord pour venir vous voir à toute heure de la journée pour en discuter de vive voix plutôt qu'au téléphone. N'hésitez pas à me faire part de vos souhaits.

Bien cordialement et en vous remerciant de votre attention.

Jean-Philippe Georget