

# DE NOUVEAUX OUTILS POUR FAVORISER LES ACTIVITES DE RECHERCHE ET DE PREUVE ENTRE PAIRS DANS L'ENSEIGNEMENT

**Jean-Philippe Georget**

IUFM Centre Val de Loire, Université d'Orléans

LDAR, Université de Paris 7

jean-philippe.georget@univ-orleans.fr

*Résumé* : La communication s'est appuyée sur un travail de thèse qui traite des moyens de favoriser les activités de recherche et de preuve entre pairs (activités RPP) à l'école primaire (Georget, 2009). La première partie de la communication a été consacrée à une présentation de l'approche générale utilisée pour travailler avec des enseignants. Cette approche s'appuie sur la théorie des communautés de pratique (Wenger, 1998) et sur l'ergonomie des ressources destinées aux enseignants (Georget 2009, à paraître). Elle sera illustrée ici à l'aide d'une ressource concernant le problème *Cordes* (ERMEL, 1999b). Cette illustration montrera qu'il n'est pas toujours souhaitable qu'une ressource développe tous les tenants et aboutissants d'une activité RPP donnée. La seconde partie présentera certains processus dynamiques repérés dans les séances menées par des enseignants « expérimentés » mais majoritairement novices dans la mise en œuvre des activités RPP. Ces processus, jamais ou rarement reconnus jusque là, aident à mieux appréhender la complexité des activités RPP et expliquent en partie pourquoi des enseignants peinent à en tirer profit, même s'ils sont volontaires pour les mettre en œuvre. Les deux parties de cette communication fournissent des outils simples d'utilisation et utiles à la formation des professeurs des écoles pour mieux faire face à la complexité des activités RPP.

Les situations ciblées initialement par l'étude étaient les « problèmes pour chercher » (Programmes de l'école primaire, 2002, 2007) et les « problèmes ouverts » (Arsac, 1991). Il s'avère que ces expressions sont fréquemment employées par les enseignants avec des acceptions très variées. D'autres expressions comme « situation-problème » ou « situation de recherche en classe » (Grenier et Payan, 2002) subissent, elles aussi, le même sort, non pas qu'elles soient mal définies par leurs auteurs mais plutôt parce que différents usages co-existent. Ainsi, une situation-problème peut être une situation qui pose problème aux élèves, mais ce problème peut, par exemple, être un problème de lecture. Une situation de recherche est toujours une situation où les élèves cherchent... mais c'est souvent le cas lorsqu'ils sont en milieu scolaire ! Il est possible d'attendre davantage des situations citées ici, que ce soit des moments de débats entre pairs ou des moments de synthèse basés sur les contributions des élèves.

L'expression *Activités de recherche et de preuve entre pairs* (activités RPP) vise à désigner explicitement ces différents moments de la pratique des mathématiques. La précision n'est pas uniquement terminologique car il s'agit aussi de mettre en valeur la potentialité des moments d'interaction entre pairs et des moments de preuve dans une perspective d'intégration de pratiques nouvelles dans des pratiques ordinaires d'enseignants. Le terme *activité*, qui peut être remplacé ici par *situation*, pointe notamment le fait que le problème de mathématiques au centre d'une situation donnée n'est que l'un des éléments à prendre en compte dans ces situations. Cette nouvelle expression a aussi l'intérêt de désigner un ensemble d'activités similaires à celles déjà citées, ce qui présente l'avantage de faciliter leur comparaison en les reconnaissant comme relevant d'une même catégorie de situations d'enseignement.

Parmi ces activités, certaines visent, plus que d'autres, à introduire une notion ou une technique en plus de travailler la démarche de recherche en mathématiques. Il s'agit des activités *orienté notion/technique* (activités ONT). Cette désignation apparaît comme une sorte d'option possible des activités RPP, c'est-à-dire comme une caractéristique supplémentaire qui dénote une inclusion d'une catégorie de situations dans une autre. Ceci peut contribuer à mieux les décrire et aussi à favoriser leur pratique dans les classes. En effet, en considérant qu'il s'agit d'une « option » d'une activité donnée, un enseignant peut

alors décider en toute connaissance de cause de l'exploiter ou non, selon ses compétences et le contexte de mise en œuvre, et faire un choix inverse dans un autre contexte. Il y a ainsi une possibilité d'évolution qui est ouverte explicitement, ce qui est un point de vue ergonomique important.

Le problème *Cordes* peut être la source d'une activité RPP et va être utile pour illustrer la présente contribution. Il est extrait du travail de l'équipe ERMEL (1999b). Un nombre de points étant fixés sur un cercle, il faut dénombrer le nombre de cordes qu'ils permettent de tracer. Ce nombre de points est une variable didactique de la situation. Pour un petit nombre de points, un simple comptage est possible, mentalement ou sur un dessin. Si le nombre de points augmente, le comptage est rendu difficile ou impossible et il faut alors une stratégie plus efficace. Dès le cycle 3 de l'enseignement primaire, trois méthodes au moins sont possibles :

- une méthode « additive » : le premier point des  $n$  points est relié à  $(n - 1)$  points, le deuxième avec  $(n - 2)$ , etc. L'avant dernier point n'est relié qu'au dernier point. Le nombre de cordes vaut donc  $(n - 1) + (n - 2) \dots + 1$ .
- une méthode « multiplicative » :  $n$  points sont reliés chacun à  $(n - 1)$  points. Chaque corde étant comptée deux fois, une fois par extrémité, le nombre de cordes vaut alors  $n(n - 1)/2$ .
- une méthode « par récurrence » : le nombre de cordes pour  $n + 1$  points vaut le nombre de cordes pour  $n$  points auquel on ajoute  $n$  nouvelles cordes correspondant au nouveau point.

À des élèves de cycle 3 et selon le contexte, il est possible de préciser les cas à étudier successivement ou, en fin de cycle, de proposer le cas général.

---

## 1 CONTEXTE DE LA RECHERCHE

---

La recherche dont est issue cette contribution s'inscrit dans le contexte des programmes de l'école primaire de 2002 et de 2007. Ces derniers favorisaient explicitement les activités RPP en particulier avec l'expression *problèmes pour chercher* mais aussi des activités RPP/ONT dans les différents domaines à enseigner. Il s'agissait alors de « pratiquer des véritables problèmes de recherche où les enseignants ne devaient donner ni la démarche ni la solution » (Programmes de l'école primaire, 2002, 2007).

Des ressources destinées aux enseignants et susceptibles de les aider à pratiquer ces activités dans leur classe existaient et existent encore dans la littérature professionnelle. Parmi elles, des documents d'accompagnement des programmes de 2002 et des ouvrages qui restent d'actualité, tels ceux de l'équipe ERMEL, la revue *Grand N*, Hersant (2006, voir aussi le présent volume). Pour autant, les pratiques des enseignants semblaient et semblent toujours rester stables, les expérimentations antérieures de ce type d'activités ayant assez peu diffusé au-delà de contextes locaux.

Du côté des recherches en didactique des mathématiques, cette recherche s'inscrit dans une approche souhaitant se situer au plus près des pratiques existantes ou qui cherchent des nouveaux modes de collaboration entre enseignants et chercheurs. (Robert et Rogalski, 2002 ; Jaworski, 2006).

Les activités RPP sont peu présentes dans les pratiques, malgré l'existence de ressources destinées aux enseignants et malgré la pression institutionnelle, même si cette dernière a faibli depuis. En admettant que ces activités ont leur place à l'école primaire, il est pertinent de poser la question de l'écologie de ces pratiques de classe et de s'interroger sur les moyens d'action envisageables pour favoriser leur mise en œuvre.

Ce constat a amené à la formulation de trois hypothèses principales. La première est que la pratique des activités RPP est particulièrement complexe pour les enseignants si on les compare à des situations d'enseignement plus traditionnelles. La deuxième hypothèse est que les ressources liées à ces activités ne sont pas suffisamment accessibles aux enseignants, tant au niveau de leur contenu que de leur accès physique. Il est admis ici que les manuels prédominent dans les genèses documentaires des enseignants (Gueudet et Trouche, 2010) et que peu d'activités RPP y sont présentes (Coppé et Houdement, 2002).

Enfin, la troisième hypothèse est que la distance entre les pratiques traditionnelles et ces « nouvelles » pratiques, la complexité de ces dernières, font que les évolutions visées sont plus faciles pour un groupe d'enseignants que pour un enseignant isolé et qu'elles doivent être accompagnées et s'inscrire dans la durée.

Partant de ces hypothèses, la recherche a suivi deux axes de questionnement : activités RPP et travail collaboratif.

- Comment expliquer le manque de diffusion des activités RPP ? Leur complexité ? Les ressources disponibles ?
- Quelles sont les conditions écologiques pour qu'un travail collaboratif entre enseignants permette des changements de pratique ?

Le présent article détaille certaines réponses à ces questions et en présente d'autres qui ont été obtenues dans la thèse. La présentation de quelques éléments théoriques est nécessaire pour évoquer le travail mené.

---

## 2 ÉLÉMENTS THÉORIQUES

---

### 2.1 Les communautés de pratique

L'axe « collaboratif » de la recherche s'inscrit dans la théorie générale des *communautés de pratique* (Wenger, 1998). Une communauté de pratique (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 » (Georget, 2009). Cette communauté n'est pas qu'harmonie et il peut aussi y avoir des désaccords, des tensions, des ambiguïtés. Ses membres négocient le sens de leur pratique au travers de deux processus, celui de participation et celui de réification. Le processus de participation désigne l'ensemble des façons d'être engagé dans une pratique. Il s'agit par exemple d'exercer son métier en classe, de préparer la classe, de penser à son travail à un moment donné, etc. Il y a plusieurs niveaux de participation : noyau dur, actifs, périphériques, profanes et plusieurs types de trajectoires possibles dans la communauté. Le processus de réification est celui qui conduit à « chosifier » notre expérience à l'aide d'objets, de symboles, d'attitudes, de concepts, d'histoires, etc... Ces « choses » s'appellent aussi des réifications. Par exemple, pour un groupe d'enseignants, un énoncé de problème peut réifier leur capacité à proposer une activité RPP à des élèves, les moyens employés pour mener à bien cette expérience, les aspects qui peuvent être améliorés, etc. Le nom d'un élève peut réifier l'expérience d'enseignants ayant découvert qu'ils avaient tendance à sous-estimer les capacités des élèves, la structure d'une fiche de préparation d'un enseignant peut réifier sa façon d'aborder l'enseignement, etc.

Selon Wenger (1998), il y a une sorte d'équilibre à rechercher entre ces deux processus. La réification permet la participation des membres et la participation permet aux réifications d'exister mais une réification peut aussi freiner la participation ou ne pas la permettre si elle est trop définie ou, à l'inverse, si elle est trop peu définie. En s'appuyant sur le dernier exemple, la structure très aboutie des fiches d'un enseignant peut se révéler inadéquate s'il s'agit de mettre des ressources en commun dans un collectif d'enseignants alors qu'elle remplit parfaitement son rôle aux yeux de son auteur.

Les CoP ne vivent pas isolées les unes des autres, elles ont des liens entre elles. Les *objets frontières* sont des réifications « dénaturées » (Georget, 2009) qui passent d'une communauté à l'autre et qui permettent par exemple de transmettre de l'expérience entre deux CoP. Certains membres d'une CoP ont plus de légitimité pour introduire ces objets dans leur CoP, Wenger (1998) les appelle des *courtiers*.

## 2.2 L'ergonomie des ressources et le paradoxe d'incomplétude des ressources

L'usage de concepts issus de recherches sur les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) permet d'étudier de manière ciblée une ou des ressources destinées aux enseignants (Georget, à paraître). Cette approche permet d'évaluer si les ressources remplissent leur rôle, ce que les ergonomes appellent leur *utilité*. Elle cherche aussi à déterminer si les enseignants ont plusieurs possibilités de les utiliser, c'est l'*utilisabilité* des ressources. Il s'agit par exemple d'étudier leur prise en compte de l'expérience et de l'expertise des usagers, si elles respectent leur expérience et leurs habitudes de travail. Il s'agit aussi d'étudier si les enseignants peuvent adapter les ressources à différents contextes, c'est-à-dire de déterminer leur *adaptabilité*. Enfin, il s'agit de déterminer la valeur que les enseignants donnent à ces ressources et s'ils souhaitent les utiliser, ce que les ergonomes appellent l'*acceptabilité*. Ces différents concepts ne sont pas indépendants (Tricot, 2003). Par exemple, un enseignant, constatant qu'il n'est pas possible d'adapter une ressource à ses habitudes de travail peut décider de ne pas l'utiliser. Le manque d'utilisabilité d'une ressource peut avoir un impact sur son acceptabilité. L'enseignant peut aussi penser que, si la ressource n'est pas adaptable, elle peut néanmoins lui rendre quelques services et il décidera alors de l'utiliser.

Ces concepts permettent de préciser le *paradoxe d'incomplétude des ressources* (Georget, 2009, à paraître) que l'on peut interpréter en termes ergonomiques :

- si une ressource est « trop complète », par exemple des programmes qui rentrent trop dans les détails, les enseignants risquent de ne pas les utiliser du fait de la quantité d'informations à traiter ou des contraintes qu'elles impliquent. Leur acceptabilité est mise en défaut.
- à l'inverse, si une ressource est « trop incomplète », les enseignants risquent de peiner à en tirer profit. Son utilité et son utilisabilité sont mises en défaut.

De manière complémentaire, il est aussi possible d'interpréter ce paradoxe en termes d'équilibre participation/réification. Par exemple, les réifications constituées par des programmes scolaires détaillés ne permettent pas toujours aux enseignants de se les approprier facilement. À l'inverse, des programmes peu détaillés ne leur permettent pas de déterminer ce que l'institution attend d'eux. Dans les deux cas, leur participation à l'application des programmes risque de ne pas être favorisée.

## 2.3 Les potentiels d'une activité RPP

Pour étudier la validité de l'hypothèse sur les ressources existantes, il était nécessaire de faire une synthèse des expérimentations menées autour des activités RPP. Cette étude n'a pu se faire sans l'introduction d'outils théoriques spécifiques. De nouveaux concepts ont été définis pour étudier au plus près une activité RPP donnée : le *potentiel de recherche*, le *potentiel de débat*, le *potentiel de résistance*, le *potentiel de résistance dynamique* et le *potentiel didactique*.

Il y a trois raisons qui expliquent le choix d'étudier une activité RPP sous l'angle des potentiels. Tout d'abord, l'idée de potentiel permet de rendre compte de l'incertitude du déroulement de ces séances en classe. Les différents potentiels peuvent s'actualiser de façons diverses au cours d'une séance sous l'influence de facteurs divers comme l'expérience des enseignants ou celle des élèves. Ensuite, c'est une manière de donner ou de rendre une sorte de « droit » aux enseignants à faire une utilisation variée de ces activités. Cette perspective est intéressante à prendre en compte si on cherche une intégration plus ou moins progressive de ces activités dans les pratiques existantes. À une activité donnée peuvent correspondre plusieurs exploitations possibles. Ceci est propice à l'introduction de cette activité dans l'espace de travail d'un enseignant et correspond à la recherche d'un équilibre participation-réification. Enfin, ces potentiels décrivent des caractéristiques d'activités RPP qui peuvent être obtenues de différentes manières, ce qui permet de les reconnaître et de les comparer. Les potentiels sont donc particulièrement utiles pour étudier des ressources ou des expérimentations menées autour des activités RPP. Ceci a été l'objet d'une partie du travail de thèse qui n'est pas reprise ici.

Le problème et la ressource *Cordes* présentée en annexe permettent d'illustrer ce que sont les potentiels. Il ne s'agit pas d'un problème standard à l'école, les élèves ne savent pas a priori comment le résoudre. Plusieurs stratégies sont envisageables, trois méthodes de résolution sont accessibles aux élèves. Ce problème a donc un potentiel pour permettre une recherche par les élèves : c'est son potentiel de recherche. Pour un grand nombre de points, si un élève propose une solution en se basant uniquement sur la figure, les autres élèves peuvent douter de la véracité de cette solution. Plusieurs propositions différentes peuvent aussi apparaître. Ce problème a donc un potentiel pour permettre des débats entre pairs de nature mathématique, c'est son potentiel de débat. Les élèves sont susceptibles de chercher des cas simples et des cas plus résistants. Il est probable qu'ils ne trouvent pas tout de suite une solution générale correcte. Il est aussi probable qu'ils trouveront des propositions plus ou moins correctes au cours de la recherche. Ce problème a donc un certain potentiel de résistance face aux tentatives de résolution des élèves et cette résistance va varier au cours de la recherche. C'est son potentiel de résistance dynamique. Enfin, en plus d'aboutir à la solution, les élèves sont susceptibles d'apprendre des méthodes de résolution exploitables dans d'autres contextes, telles des techniques de dénombrement. Ils peuvent aussi apprendre des éléments plus transversaux liés à la démarche de recherche en mathématiques : statut des exemples, des contre-exemples, des preuves, etc. Ces exemples illustrent son potentiel didactique, c'est-à-dire ce qu'une activité basée sur ce problème peut permettre d'enseigner.

---

### 3 L'EXPÉRIMENTATION

---

Une étude des ressources des expérimentations menées autour des activités RPP (Georget, 2009) a montré l'intérêt d'une expérimentation suivant les principes évoqués dans la partie précédente. Pour suivre la perspective de Wenger, il s'agit bien sûr de proposer des réifications, essentiellement des artefacts, pour que les enseignants s'engagent dans l'expérimentation, mais aussi d'initier des processus sociaux. C'est ce que Wenger appelle un *design pour l'apprentissage* et qui prend ici la forme d'un *design de l'expérimentation*.

#### 3.1 Design de l'expérimentation

L'expérimentation a consisté à proposer sur un site Web des ressources conçues de manière ergonomique, telle la ressource *Cordes*, à une dizaine d'enseignants volontaires au cours de trois années. Il était important de ne pas accumuler trop d'information dans les ressources pour ne pas risquer de donner un côté long et figé à la ressource et de présenter des manières de faire pouvant s'imposer plus ou moins implicitement aux enseignants. En d'autres termes, il s'agissait de tenir compte de l'équilibre participation/réification et du paradoxe d'incomplétude des ressources. Un choix important à notamment consisté à volontairement laisser certains « manques » dans les ressources pour favoriser la participation des enseignants. Par exemple, plutôt que de fournir un scénario d'utilisation, seules quelques options d'utilisation étaient proposées. Le but était d'une part de déclencher des discussions entre enseignants, généralement difficiles à faire émerger, et d'autre part, de profiter des discussions pour améliorer ergonomiquement les ressources dans une sorte de conception dans l'usage. La CoP d'enseignants ainsi formée a été coordonnée par le chercheur, placé ici non pas en tant qu'expert, puisque la pratique des activités RPP était un objet d'étude mais plutôt en tant que coordonnateur ayant une certaine expertise et pouvant jouer le rôle de courtier. Dans une approche « CoP », la différence est significative puisque des échanges inter-enseignants, source d'activité et de valeur d'une CoP, auraient été moins nombreux que des échanges expert-enseignants. La participation des membres aurait alors été réduite d'autant, chaque enseignant pensant que l'expert avait réponse à tout. Au contraire, il s'agissait d'enranger de l'expérience au sein de la CoP afin d'imaginer et de trouver des réponses ou des embryons de réponse aux problèmes qui se posaient.

### 3.2 Retour sur la ressource Cordes

Dans la ressource représentée en annexe, le problème *Cordes* est présenté en trois lignes avec un énoncé destiné aux enseignants. Ces derniers ont donc toute latitude pour l'adapter à leurs élèves. Une succession de cas en fonction du nombre de points est implicitement suggérée mais elle n'est pas imposée. La ressource propose aussi d'aborder directement le cas général, c'est-à-dire sans fixer le nombre de points au départ pour les élèves. Des méthodes de résolution sont données et, à partir de la deuxième année, elles sont illustrées par des animations. Une rubrique *Commentaires* est aussi ajoutée afin de donner, de manière synthétique, des éléments supplémentaires aux enseignants pour gérer au mieux cette activité en classe tout en bénéficiant d'une grande marge de liberté. Il y a par exemple un avertissement indiquant qu'une succession de type 5, 6, etc. favorise la méthode par récurrence. Globalement, la ressource laisse donc des marges de liberté aux enseignants mais elle donne aussi des éléments pouvant guider leurs choix.

### 3.3 Premiers résultats

Les enseignants, volontaires et bénévoles, ont globalement apprécié le dispositif proposé. La troisième année, deux nouveaux enseignants, des « novices » selon Wenger (1998), ont même rejoint la CoP initiale. Il faut remarquer que les enseignants ont participé à l'expérimentation alors que les contraintes pesant sur eux étaient relativement fortes. Exception faite d'un enseignant, la pratique d'activités RPP dans leur classe était nouvelle pour eux et peu répandue chez leurs collègues. De plus, les séances étaient observées et enregistrées à l'aide d'une caméra, ce qui ajoute encore au stress de ce type de séances. Enfin, les enseignants bénéficiaient de peu d'aide directe de la part du coordonnateur, celui-ci n'étant pas à une place d'expert et laissant d'abord émerger les échanges inter-enseignants. Devant autant de contraintes, chaque enseignant aurait pu se désengager du dispositif. Deux l'ont quitté, l'un pour cause de départ à la retraite et l'autre pour cause d'engagement dans d'autres projets professionnels. Des activités RPP ont donc été régulièrement mises en œuvre durant trois années, ce qui est un premier résultat si l'on considère la légèreté et l'économie du dispositif.

Les enseignants ont proposé assez rapidement des problèmes congruents à ceux proposés sur le site Web, c'est-à-dire sans les dénaturer. Plusieurs problèmes mis en œuvre étaient situés exclusivement dans le cadre des mathématiques, ce que les enseignants désignaient par des problèmes « abstraits » par opposition aux problèmes concrets comme par exemple ceux contextualisés dans la « vie quotidienne ». Certains enseignants pensaient initialement que leurs élèves n'étaient pas capables de traiter de tels problèmes. Il s'agit donc d'un deuxième résultat positif.

Enfin, l'expérimentation tend à valider l'hypothèse de la nécessité d'un accompagnement et d'une inscription dans la durée pour pouvoir observer une évolution des pratiques concernant les activités RPP. Elle apporte aussi des résultats concernant la gestion de ces activités.

### 3.4 Résultats concernant la gestion des activités RPP

Des problèmes abstraits sont adoptés alors qu'ils ne l'étaient pas toujours en début d'expérimentation mais les analyses des séances, des réunions et des comptes-rendus mettent en évidence que la pratique des activités RPP est particulièrement complexe. Le repérage de plusieurs dynamiques, dont certaines sont déjà connues, permet de mieux comprendre les difficultés rencontrées par les enseignants à différents moments des séances. Parmi elles, la contrainte de la durée habituelle d'une séance de classe explique certaines difficultés rencontrées par les enseignants pour exploiter au mieux les activités RPP. Cependant, cette contrainte se révèle insuffisante pour les expliquer toutes, notamment parce que certaines persistent lorsque l'activité est menée sur plus d'une séance. En effet, d'autres facteurs influent sur le déroulement des séances et méritent d'être relevés.

L'analyse de la présentation des problèmes, lors des 10 à 15 premières minutes de séance, montre qu'elle est régulièrement congruente avec les problèmes proposés sur le site Web de l'expérimentation mais que cette présentation pourrait être souvent améliorée de façon rentable, le potentiel de recherche pouvant être plus développé. En effet, les enseignants ne définissent pas toujours suffisamment les problèmes, ce qui cause des difficultés jusque dans les phases de conclusion. Ce phénomène est régulièrement observé et discuté lors de réunions, ce qui en fait un élément de la *composante sociale* de la pratique des enseignants (Robert et Rogalski, 2002). Par exemple, dans le problème *Cordes*, la distinction entre corde et diamètre et le fait qu'un point peut être l'extrémité de plusieurs cordes ne sont pas toujours explicités. Pour le problème *Plus grand produit* (ERMEL, 1999a), il faut trouver le plus grand produit que l'on peut obtenir à partir des différentes décompositions additives d'un nombre donné. Le fait qu'une somme peut être constituée de plus de deux termes apparaît souvent tardivement. Dans le problème *Triangles colorés* (ERMEL, 1991), il en est de même concernant la possibilité d'utiliser plusieurs fois la même couleur pour colorier un triangle décomposé en trois triangles. Fréquemment, les élèves doivent donc d'abord déterminer eux-mêmes l'espace de recherche du problème et ses subtilités, ce qui entame largement la durée des séances et laisse subsister des doutes qui relèvent davantage du contrat didactique ou de limites psychologiques que de la difficulté de résoudre les différents problèmes. Les problèmes n'étant pas suffisamment définis, les élèves peinent à les résoudre dans le temps imparti.

Autre élément de la composante sociale de la pratique des enseignants, le fait de donner des exemples équivaut souvent aux yeux des enseignants à « donner la démarche ». Il faut comprendre par là en réalité que le fait de donner des exemples est susceptible d'aider les élèves à bien comprendre le problème. Plutôt que de mieux poser le problème, les enseignants gardent alors certains renseignements cachés, ce qui leur permet en même temps de garder une certaine maîtrise sur le déroulement de la séance. En effet, ce choix leur permet de garder une réserve sur ce qu'ils peuvent dire aux élèves en conclusion et donc, d'une certaine manière, de préserver leur légitimité vis à vis des élèves : il leur reste quelque chose à apprendre aux élèves. Un enseignant ayant déjà l'expérience des activités RPP se distingue de ces collègues novices en la matière et les analyses montrent que, pour une enseignante au moins, il y a des évolutions de sa pratique qui vont dans le sens d'une meilleure explicitation du problème tôt dans la séance.

Relevant toujours de la présentation du problème, le fait de proposer un énoncé écrit au lieu d'une présentation essentiellement orale semble être caractéristique du cycle 3. L'étude de la pratique d'une enseignante tend à montrer qu'une présentation orale peut être plus efficace en termes de dévolution. Outre la barrière de l'écrit pour certains élèves, une présentation orale laisse aussi plus de place à des reformulations, que ce soit de la part de l'enseignant ou de celle des élèves. Un gain de temps a aussi été observé mais pourrait aussi être attribué à une meilleure maîtrise des problèmes par les enseignants.

Les recherches autonomes des élèves se déroulent généralement sans intervention des enseignants. Cependant, des validations individuelles préalables aux débats peuvent être observées, ce qui limite le potentiel de débat des activités. Les élèves ayant reçu un quitus de la part de l'enseignant sont en effet moins motivés pour expliciter clairement leur démarche auprès des autres élèves et les convaincre, voire même pour s'impliquer dans les débats.

Il est fréquent d'observer des enseignants fermer les débats promis par le début du déroulement d'une séance. On l'a vu, la durée des séances, si elle intervient, ne suffit pas à l'expliquer. Les consignes de dévolution des débats peuvent exister mais pas toujours, ce qui contribue à expliquer des dysfonctionnements dans le déroulement des phases de débats. Outre les problèmes liés aux validations trop précoces des enseignants, que ces validations soient individuelles ou collectives, ces derniers font finalement peu de demandes de validation ou de consensus auprès des élèves, ce qui ne leur ouvre pas la possibilité de s'impliquer dans des débats, de se risquer à prendre une position et à la défendre. Il y a aussi peu de rappels du problème en cours de traitement, ce qui ne favorise pas non plus l'implication optimale des élèves d'une classe. Autre élément limitant la participation des élèves, il arrive fréquemment que l'enseignant demande des précisions à un élève qui vient d'exposer une explication, ceci avant de solliciter d'autres élèves, par exemple pour savoir s'ils ont compris ou s'ils sont d'accord.

Une fois que l'enseignant est intervenu, les élèves peuvent interpréter cette intervention comme le fait que tout a été dit et explicité, ce qui leur laisse peu de place pour intervenir. Les consignes lors des phases qui ressemblent le plus à des phases de débats entre pairs sont fréquemment des consignes de « partage des méthodes », l'enseignant déclarant par exemple qu'il faut écouter pour pouvoir profiter des explications des pairs, ou de retour sur l'historique des recherches (consigne du type : « expliquez ce que vous avez fait, comment vous avez trouvé »). On observe alors des discours plutôt descriptifs de la part des élèves interrogés, discours suivis d'un désintérêt progressif de leurs pairs. Vient alors la consigne « quelle est la meilleure méthode ? », à laquelle une majorité d'élèves ne sont pas prêts à répondre, ceux-ci étant souvent, au mieux, dans la recherche de compréhension d'une méthode de résolution qui vient d'être exposée, et au pire, dans la compréhension du problème posé initialement.

Par ailleurs, l'exploitation des productions souffre souvent de dynamiques qui pourraient être évitées. D'une part, le tâtonnement par essais/erreurs pourrait être davantage reconnu comme une méthode valide plutôt que de souvent devoir laisser sa place à des réponses mathématiques plus « esthétiques » mais que les élèves ne sont pas prêts à découvrir. D'autre part, l'exploitation des productions, fréquemment faite dans l'ordre croissant de pertinence, a un défaut potentiel majeur, celui d'habituer les élèves à attendre les dernières productions pour voir les réponses valides. Ainsi, dès le début de l'exploitation des productions, les élèves peuvent s'attendre à ce que l'enseignant choisisse des productions erronées en premier, sans en avoir l'air... et finalement dirige les débats, réduisant ainsi la liberté des élèves d'y participer pleinement.

Il arrive aussi que les débats s'égarer loin de la résolution du problème tout en restant mathématiques. C'est par exemple le cas du rôle des parenthèses dans l'écriture d'une expression dans le problème *Golf* consistant à atteindre un nombre cible en additionnant des multiples de deux nombres donnés. Ces « égarements » laissent les enseignants et les élèves relativement insatisfaits alors qu'ils ont pu avoir des débats d'ordre mathématique.

Quand vient le temps de conclure la séance, la multiplicité des processus dynamiques en jeu contrariant un déroulement plus « idéal » fait que les enseignants ne disposent pas des éléments leur permettant de conduire une conclusion satisfaisante, sans même parler de l'implication des élèves dans ces phases de conclusion.

Il existe aussi des processus dynamiques liés aux choix des matériels ou des représentations utilisées par les enseignants, des choix que le cadrage théorique de l'étude ne permettent pas toujours de prévoir. C'est par exemple le cas des triangles colorés qui doivent être fournis de taille suffisamment grande pour être visibles lors d'une explication au tableau, découpés pour favoriser les manipulations et avec un dispositif de collage non définitif (pâte adhésive) pour faciliter les regroupements permettant de s'assurer de l'exhaustivité des solutions, etc. Il faut aussi que ce qui est exposé au tableau soit visible et audible afin de favoriser l'implication des élèves dans les différentes phases d'une activité RPP. La complexité de ces activités semble peser sur des pratiques d'ordre pédagogique que l'on peut penser évoluées chez des enseignants chevronnés, tels qu'ils l'étaient dans l'expérimentation.

Ainsi, l'analyse de l'expérimentation met en évidence de nouveaux facteurs explicatifs pour comprendre le déroulement de certaines séances. Il est aussi apparu que la complexité de ces séances peut rendre invisibles des évolutions de pratique chez les enseignants. En effet, des évolutions positives peuvent rester inefficaces car elles se heurtent à des dynamiques que les enseignants ne prennent pas en charge, soit parce qu'ils ne savent pas les gérer soit parce qu'ils ne les reconnaissent pas, ceci sans même prendre en compte les aléas des déroulements dans ce genre de séances.

Enfin, il faut noter que les dynamiques précédemment décrites sont affaiblies dans la classe de l'enseignant expert, les élèves étant habitués à un certain fonctionnement. Ainsi, les mêmes déclencheurs n'impliquent pas les mêmes dynamiques dans des classes différentes. C'est par exemple le cas des consignes au moment des phases de débats qui, même si elles n'impliquent pas explicitement des débats, jouent tout de même leur rôle étant donné les habitudes des élèves. Ceci tend, encore davantage, à valider l'hypothèse d'inscription dans la durée d'un dispositif visant à favoriser les pratiques d'activités

RPP dans les classes.

---

#### 4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

L'étude menée a donc permis de valider l'hypothèse concernant la complexité des activités RPP en mettant en évidence plusieurs processus dynamiques à l'œuvre qui n'étaient pas reconnus jusque là. On comprend alors que le modèle « présentation, recherche individuelle puis collective, débats sur les productions, synthèse » promu par Arzac et al. (1991) présente des limites. Le travail de thèse a abouti à la formulation d'un projet plus réaliste : présentation, début de recherche individuelle, mise en commun visant une compréhension optimale du problème, continuation de la recherche individuelle, mise en commun mettant en évidence l'intérêt d'une recherche en groupe (pour se mettre d'accord, pour aller plus vite, pour être sûr, etc.), débats sur les solutions en reposant le problème en cours de résolution et en utilisant des consignes centrées sur la résolution du problème, synthèse, le tout étant souvent réparti sur au moins deux séances. Bien que cela reste à vérifier, il est fort probable que la communication de ce macro-modèle de gestion d'une activité RPP et des dynamiques à l'œuvre est susceptible d'apporter une aide substantielle aux enseignants qui serait complémentaire des ressources existantes.

Une partie du travail de thèse non repris ici a mis en évidence que l'ergonomie de ces ressources existantes pouvait être améliorée. L'analyse de la ressource *Cordes* a permis d'illustrer une façon de le faire. Le travail de thèse conclut aussi sur le fait que la conception des ressources destinées aux enseignants peut encore tirer profit des perspectives offertes par la théorie des CoP, tant comme outil de design que comme outil d'analyse, tant aux premiers stades de développement d'une CoP qu'aux suivants. L'exploitation des concepts d'ergonomie est, elle aussi, à poursuivre.

Des recherches complémentaires sont aussi nécessaires pour connaître les effets des activités RPP sur la pratique des enseignants et les apprentissages des élèves et notamment sur les *effets de bords* (Georget, 2009), c'est-à-dire les effets qui débordent le cadre d'une activité donnée.

Enfin, les effectifs considérés dans le travail de thèse ont limité certaines dynamiques de fonctionnement de la CoP mais aussi la validité de certains résultats, par exemple ceux concernant l'adoption de certains problèmes. Des effectifs plus importants, de l'ordre d'une quinzaine d'enseignants plutôt qu'une dizaine, semblent préférables. Pour autant, cette approche semble prometteuse comme moyen d'enclencher des dynamiques fructueuses de travail collaboratif entre enseignants telles celles que l'on trouve dans certains pays, par exemple les *Lesson Studies* au Japon (Miyakawa et Winsløw, 2009, ou celles relatées par Liping Ma (1999) en Chine.

---

#### 5 RÉFÉRENCES

---

Arsac, G. et al. (1991). *Problème ouvert et situation problème*. Première édition 1988. IREM de Lyon.

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.

ERMEL (1991). *Apprentissages numériques, CP*. Hatier.

ERMEL (1999a). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes CM1*. Hatier.

ERMEL (1999b). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes CM2*. Hatier.

Georget J-P. (à paraître). Apport de l'ergonomie des EIAH pour l'analyse et la conception de ressources. In *Enseignement des mathématiques et développement : enjeux de société et de formation, Actes du colloque international de l'Espace Mathématiques Francophone (EMF), Dakar, Sénégal, 6-10 avril 2009*.

Georget, J-P. (2009) *Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants*. Thèse de doctorat en didactique des mathématiques. Université Diderot Paris 7. <http://www.jpgeorget.net/drupal/these>

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.

Gueudet, G. et Trouche, L. (dir.) (2010). *Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Presses Universitaires de Rennes et INRP.

Hersant, M, (2006). *Des problèmes pour chercher à l'école primaire*. IREM de Nantes.

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.

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.

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.

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.

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. <http://hal.ccsd.cnrs.fr/docs/00/00/16/74/PDF/n036-80.pdf>

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice, Learning, Meaning and Identity*. Cambridge University Press.

### Annexe : la ressource Cordes.

#### Présentation

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

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.

#### 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

$$(n - 1) + \dots + 3 + 2 + 1.$$

On effect, 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  $(n - 1) + \dots + 3 + 2 + 1$  s'effectue de la manière suivante. On effectue :

$$\begin{array}{cccccccc} (n - 1) & + & \dots & + & 2 & + & 1 & \\ 1 & + & \dots & + & (n - 2) & + & (n - 1) & \end{array}$$

Ce qui donne :  $n + n + n + \dots + n$  ( $n - 1$  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.

[Animations et textes d'explication dans le cas de 6 points non reproduits ici]

*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.
- 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.