

L'enseignement ayant comme visée la compétence à résoudre des problèmes mathématiques : quels enjeux ?

Teaching the competency of solving mathematical problems: what is at stake?

Enseñar la competencia para resolver problemas matemáticos: ¿cuáles son sus retos?

Lucie DeBlois, Sylvie Barma et Simon Lavallée

Volume 44, numéro 2, automne 2016

Le développement de compétences en éducation et en formation

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1039021ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1039021ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Association canadienne d'éducation de langue française

ISSN

1916-8659 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

DeBlois, L., Barma, S. & Lavallée, S. (2016). L'enseignement ayant comme visée la compétence à résoudre des problèmes mathématiques : quels enjeux ? *Éducation et francophonie*, 44(2), 40-67. <https://doi.org/10.7202/1039021ar>

Résumé de l'article

La notion de compétence introduite dans les programmes de formation de l'école québécoise a, entre autres visées, celle de satisfaire aux exigences d'une culture d'apprentissage à vie. Cette notion étant inscrite dans les programmes de formation québécois, nous avons voulu répondre à la question des exigences liées aux pratiques enseignantes à mettre en oeuvre pour susciter le développement de la compétence à résoudre des problèmes mathématiques chez les élèves. Trois enseignants de la fin du primaire et quatre du début du secondaire se sont portés volontaires pour participer à cette recherche. En situant cet enseignement dans une organisation, nous avons pu, grâce à une vision systémique, interpréter nos données pour reconnaître des contradictions liées à la réussite et à l'apprentissage, aux modes de collaboration et aux leviers de décision susceptibles de favoriser ce type d'enseignement.

L'enseignement ayant comme visée la compétence à résoudre des problèmes mathématiques : quels enjeux?

Lucie DEBLOIS

Université Laval, Québec, Canada

Sylvie BARMA

Université Laval, Québec, Canada

Simon LAVALLÉE

Université Laval, Québec, Canada

RÉSUMÉ

La notion de compétence introduite dans les programmes de formation de l'école québécoise a, entre autres visées, celle de satisfaire aux exigences d'une culture d'apprentissage à vie. Cette notion étant inscrite dans les programmes de formation québécois, nous avons voulu répondre à la question des exigences liées aux pratiques enseignantes à mettre en œuvre pour susciter le développement de la compétence à résoudre des problèmes mathématiques chez les élèves. Trois enseignants de la fin du primaire et quatre du début du secondaire se sont portés volontaires pour participer à cette recherche. En situant cet enseignement dans une organisation, nous avons pu, grâce à une vision systémique, interpréter nos données pour reconnaître

des contradictions liées à la réussite et à l'apprentissage, aux modes de collaboration et aux leviers de décision susceptibles de favoriser ce type d'enseignement.

ABSTRACT

Teaching the competency of solving mathematical problems: what is at stake?

Lucie DEBLOIS, Laval University, Québec, Canada
Sylvie BARMA, Laval University, Québec, Canada
Simon LAVALLÉE, Laval University, Québec, Canada

The idea of competency introduced in Québec's educational programs has, among other things, aimed to meet the requirements of a lifelong-learning culture. Since this idea is included in Québec's education programs, we wanted to explore the requirements of teaching practices that could be used to help develop the mathematical problem-solving competency in students. Three second-cycle elementary teachers and four first-cycle secondary teachers volunteered to participate in this study. By positioning this teaching in an organization, through a systemic vision we were able to interpret our data to identify contradictions linked to success and learning, modes of collaboration, and decision-making mechanisms inclined to support this kind of teaching.

RESUMEN

Enseñar la competencia para resolver problemas matemáticos: ¿cuáles son sus retos?

Lucie DEBLOIS, Universidad Laval, Quebec, Canadá
Sylvie BARMA, Universidad Laval, Quebec, Canadá
Simon LAVALLÉE, Universidad Laval, Quebec, Canadá

La noción de competencia introducida en los programas de formación de la escuela quebequense tiene, entre otros objetivos, aquel de cumplir con los exigencias de la cultura del aprendizaje permanente. Puesto que esta noción está inscrita en los programas de formación quebequenses, queremos responder a la pregunta sobre cuáles son las exigencias relacionadas con las prácticas magisteriales que requieren ser fomentadas para generar el desarrollo de la competencia para resolver problemas matemáticos entre el alumnado. Tres maestras de primaria y cuatro de secundaria participaron como voluntarias en esta investigación. Contextualizamos este tipo de enseñanza en el seno de una organización y realizamos, mediante una visión sistemática, la interpretación de los datos que permitieron identificar las condiciones

asociadas a su consecución y su aprendizaje, a las maneras de colaborar y los engranajes subyacentes en la toma de decisiones que favorecen este tipo de enseñanza.

INTRODUCTION

Le programme québécois actuel en mathématiques (MELS, 2003, 2006) vise le développement de trois compétences interreliées chez les élèves du primaire et du secondaire: le déploiement d'un raisonnement mathématique, la communication à l'aide d'un langage mathématique et la résolution d'une situation-problème. Dans ce contexte, la résolution de problèmes comme outil d'enseignement et occasion d'apprentissage pose des défis sur les plans de la planification et des interactions de la classe. En effet, les élèves sont placés devant un problème dès l'introduction d'une notion nouvelle. Il devient donc nécessaire de prévoir les erreurs des élèves pour les situer dans un processus d'apprentissage (DeBlois, 2003; Bélanger, DeBlois et Freiman, 2014). En classe, les enseignants devront préciser leurs attentes, notamment afin de laisser place aux erreurs durant les activités d'exploration des élèves et de rassurer ceux-ci en les faisant travailler en collaboration avec les autres élèves. En outre, une validation des solutions et une institutionnalisation des savoirs visés deviennent des composantes fondamentales de cet enseignement. Les pratiques enseignantes sont ainsi soumises à des tensions (Cohen et Ball, 1990) et à des dilemmes (Lampert, 1985), et elles doivent être traitées tout au long de la carrière de l'enseignant (Ball, 1993). C'est ainsi que les enseignants semblent se heurter au « comment faire » plutôt qu'au « quoi faire » étant donné les contraintes de la classe et du système dans lequel ils évoluent. Cet article veut répondre aux questions concernant les tensions présentes dans le système d'enseignement des enseignants rencontrés. À quelles exigences les enseignants doivent-ils faire face au moment de mettre en place un enseignement qui favorise le développement de la compétence des élèves à « résoudre une situation-problème¹ » (MELS, 2006, p. 126)?

1. Le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec décrit cette compétence à l'aide de cinq composantes: décoder les éléments qui se prêtent à un traitement mathématique, représenter la situation problème par un modèle mathématique, élaborer une solution, valider la solution et échanger l'information relative à la solution (MELS, 2015, p. 19).

La problématique

La notion de compétence

Dans le contexte social où les missions habituelles en éducation sont d'instruire et de socialiser, Boutin et Julien (2000) considèrent que le recours à la notion de compétence veut répondre à des préoccupations à l'égard des préalables à la réussite scolaire, au transfert d'une notion, à l'utilité de l'école et à l'échec scolaire. La notion de compétence demande toutefois de situer les observations réalisées dans un contexte spécifique pour donner un sens aux manifestations de compréhension des élèves. À cet effet, dès 1998, Rey convie à distinguer la compétence fonctionnelle de la «compétence comportement» pour la définir en fonction du but poursuivi par l'élève dans le contexte de son exercice. Ainsi, pour qu'un élève puisse résoudre un problème, la «compétence comportement» n'est pas suffisante. Le sens ou l'interprétation donnée à la situation proposée serait nécessaire à l'élève pour considérer la pertinence et l'articulation des savoirs à mettre en jeu. Une conceptualisation développementale de la compétence des élèves est de ce fait privilégiée (Vergnaud, 2002).

Ainsi, au moment où l'élève élabore une solution pour un nouveau problème, son intention amorcerait l'émergence des représentations et des procédures privilégiées. Toutefois, les représentations et les procédures des élèves sont soumises aux transformations imposées par la situation proposée, qu'il s'agisse de la grandeur des nombres, des relations logico-mathématiques (Vergnaud, 1990; Boisnard *et al.*, 1994; De Corte et Verschaffel, 2005; Marchand et Bednarz, 1999) ou de l'ordre de présentation des données, autant d'exemples de variables didactiques (Brousseau, 1986) à considérer. Les variables didactiques empêchent de reproduire une procédure donnée du fait de sa dépendance à une situation particulière. Par conséquent, la notion de transfert des apprentissages est remise en question. En effet, il ne s'agit plus de transférer un savoir, mais bien de l'adapter en fonction des caractéristiques de la situation. La notion de mobilisation est donc préférée à celle de transfert. «La métaphore de la mobilisation pourrait plutôt nous conduire à identifier les conditions qui en permettent une construction qui prend appui sur les spécificités relatives à chacun des domaines ainsi qu'à chacune des situations» (Gagnon, 2008).

Enfin, bien que la recherche de contextes qui supportent les connaissances mises en jeu permette à l'élève de répondre à la question «À quoi ça sert?», ces contextes deviennent parfois des obstacles (Radford, 1996) en raison de l'interprétation des élèves et du nécessaire passage d'une logique pragmatique à une logique mathématique (Savard, 2008). La planification des enseignants leur demande ainsi d'anticiper les raisonnements des élèves pour utiliser leurs erreurs, moment charnière où l'élève peut sentir la nécessité de transformer ses connaissances. Selon Hamel et Barma (2013), «il s'agit d'une planification qui propose aux élèves des situations problèmes qui se veulent à la fois le mobile et le moyen des apprentissages, car elles permettent l'appropriation des connaissances et le développement des compétences». L'erreur

peut être considérée comme un déséquilibre cognitif, élément central dans un modèle d'apprentissage constructiviste. Pour laisser émerger l'erreur et l'utiliser, la gestion d'une classe exige d'interpréter l'erreur en fonction de ses coutumes et des attentes réciproques des partenaires de la classe, ce qui correspond au contrat du contrat didactique² (Brousseau, 1986; DeBlois, 2015). Le rapport qu'ont les enseignants à l'enseignement de cette compétence, implicite ou tacite, est influencé par le développement de la notion de problèmes dans l'enseignement. En effet, ce rapport est susceptible d'orienter la façon dont les enseignants orienteront les expérimentations de leurs élèves en contexte de résolution de problèmes mathématiques.

La notion de problème en mathématiques

L'enseignement des mathématiques a, de tout temps, fait intervenir la notion de problème. Toutefois, depuis le début du 20^e siècle la notion de problème en mathématiques s'est transformée (Charnay, 1992; Arsac, Germain et Mante, 1991; Lajoie et Bednarz, 2012). Ainsi, Lajoie et Bednarz (2012) observent que dans le contexte socio-politique québécois du début du 20^e siècle un enseignement pratique de la résolution de problèmes vise à faire raisonner et à faire intervenir un enseignement moral. La période d'après-guerre aurait conduit à accorder à la notion de problème le mandat de faire acquérir un bagage de connaissances, mais aussi de développer des personnalités. Au moment de l'élaboration du rapport Parent et de la création du ministère de l'Éducation du Québec au début des années 1960, les problèmes jouent le rôle de situations pédagogiques aidant à entreprendre un apprentissage et à motiver l'exploration des élèves. C'est à partir des années 1980 que la résolution de problèmes est évoquée à la fois comme contexte à l'apprentissage et comme approche pédagogique. Ces transformations successives problématisent et expliquent la variété d'interprétations données à la notion de problème et de résolution de problèmes mathématiques. Considéré comme une approche pédagogique, ce qu'on a qualifié de « situation problème » apparaît alors et représente la réalité qu'ont à appréhender les enseignants de mathématiques.

Brousseau (2003), Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint (2008), Mason (2012), Groupe de didactique des mathématiques (2012), Freiman et Savard (2014), Zeitz (2007) décrivent certaines caractéristiques relatives à la « situation problème ». On y reconnaît l'organisation d'une situation autour du franchissement d'un obstacle offrant une résistance suffisante pour que l'élève y investisse ses connaissances et ses représentations sans qu'il perçoive pour autant la solution comme un objet hors

2. Le contrat pédagogique se définit comme un engagement dans lequel les parties définissent leurs attentes et se mettent d'accord sur les conditions de réalisation du contrat. Le contrat didactique est plutôt fait d'implicites, inévitables parce que l'enseignant entretient avec les mathématiques un rapport différent de celui des élèves. Le contrat didactique permet à l'enseignant ou à l'enseignante de déterminer la signification que l'élève attribue au problème ou au concept à l'étude dans la classe. Le contrat didactique évolue et change jusqu'à disparaître, parce qu'il n'est plus pertinent (Brousseau, 1986).

d'atteinte. La perception d'être en présence d'une énigme à résoudre conduirait les élèves à formuler des hypothèses et des conjectures, composantes d'un tel enseignement. La « situation problème » suppose aussi que l'expression collective des solutions des élèves précède la recherche d'une solution institutionnalisée. La validation de solutions est alors une occasion de retour réflexif à caractère métacognitif. Pour l'enseignant, il ne s'agit plus seulement de diriger une démarche, mais de susciter la transformation des connaissances personnelles des élèves en savoirs institutionnels et en compétences fonctionnelles.

L'utilisation de « situations problèmes » impose donc certaines exigences tant aux élèves qu'aux enseignants. En effet, le problème précède l'explication au lieu de lui succéder (Pallascio, 2005). Ce processus correspondrait à la remise de l'intentionnalité de l'apprentissage à l'élève (Fabre, 1997). À la recherche de solutions à la situation problème proposée, l'élève se heurte aux limites de ses connaissances, ce qui transforme le rôle de l'enseignant guidant les initiatives de l'élève. Une telle inversion engendre toutefois une « oscillation » entre la prise en compte des caractéristiques de la tâche mathématique, un pôle didactique, et le processus affectif à travers lequel l'élève s'approprie le problème et s'engage dans la situation, un pôle pédagogique. Ainsi, le rôle de l'enseignant consiste à maintenir une médiation³ pour que l'élève, en donnant un sens au problème, s'engage dans l'activité (Vygotsky, 1978) d'apprentissage. Vue comme une action, la médiation a pour but d'agir sur le monde. Le produit de cette action peut être transformé dans la structure de l'intellect de l'individu (Barma, 2008a, p. 146).

À la suite des transformations successives décrites dans les programmes de mathématiques depuis le début du 20^e siècle et devant les exigences en jeu, il devient important de cerner l'émergence de contradictions dans leur système d'activité. Pour concilier la représentation de l'acte d'enseigner avec le contexte réel, il est nécessaire d'en situer la lecture à deux niveaux : individuel et social. Dans ce contexte, la troisième génération de la théorie de l'activité est porteuse, car elle permet de documenter à la fois l'enseignant seul et l'enseignant inscrit dans une collectivité. Qui plus est, pour Engeström, un travail sur deux plans à la fois est nécessaire : la médiation par les artefacts, mais également la médiation amenée par les normes et le statut des relations entre les individus. Pour situer la notion de compétence à développer chez les élèves dans le système d'activités des enseignants, il est nécessaire de comprendre l'apport de cette théorie, notamment en s'attardant à son développement.

3. Selon Vygotsky, la théorie de l'activité définit l'humain par rapport à son activité avec les objets (qui sont plus que matériels) et les acteurs de son environnement. L'individu ne peut plus être compris sans la culture au sein de laquelle il s'insère, et la société, sans l'activité de ses actants qui utilisent et produisent des artefacts culturels servant d'outils de médiation. « Vu ainsi, le développement de l'homme ne se réduit pas seulement aux changements à l'intérieur de l'individu, il se traduit aussi comme un développement allomorphe qui pourrait prendre deux formes différentes : production des auxiliaires extérieurs en tant que tels ; création des outils extérieurs qui peuvent être utilisés pour produire des changements intérieurs (psychologiques) » (Ivic, 2000, p. 798).

La théorie de l'activité

La première génération de cette théorie s'articule autour de l'idée de médiation du fait que l'humain définit son activité par rapport aux objets (qui sont plus que matériels) et aux acteurs de son environnement. Pour Vygotski (1985), la prise en compte du contexte dans lequel s'inscrit une activité d'apprentissage est une caractéristique essentielle pour comprendre la façon dont les connaissances se construisent. L'individu fait partie de la société et de sa culture, de ses actants qui utilisent et produisent des artefacts culturels (Barma, 2008a). Leontiev (1978) enrichit cette théorie par la notion de collectivité afin d'y intégrer le partage potentiel de cette activité entre plusieurs individus. Trois niveaux d'activités sont alors précisés : les opérations; l'action d'un ou de plusieurs individus; l'activité portée par la communauté dans son ensemble. Ainsi, pour atteindre leur but, les actions des individus influent sur leur environnement. Ce sont ces opérations qui sont perceptibles. Dans ces conditions, les actions individuelles émergent de l'activité collective et sont motivées par l'objet de cette activité.

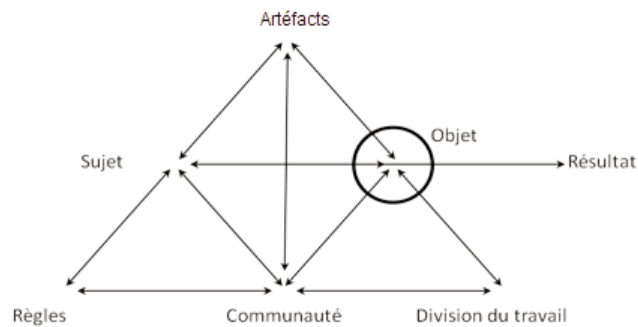
Les années 1970 témoignent d'une recontextualisation de la théorie de l'activité par certains chercheurs (Bracewell et Witte, 2003; Engeström, Engeström et Vähäaho, 1999; Miettinen, 1999). Dès lors, pour comprendre la vie humaine et son développement, et ainsi favoriser des conditions pour leur amélioration, il devient nécessaire d'interpréter les interactions de l'homme avec le monde comme étant médiatisées par les objets, les méthodes, les règles, les valeurs ainsi que tous les aspects de la culture qui sont produits par les humains. L'une des particularités de la contribution d'Engeström (1997, 2001) est la modélisation d'un système de transformation d'une collectivité, comme celui des enseignants qui s'interrogent sur l'enseignement dont la visée est la compétence à résoudre des problèmes, sans un ordre fixe de progression ni un point d'arrivée déterminé. C'est ainsi que chaque changement constitue une ressource pour la production d'innovations et de transformations dans un contexte organisationnel particulier (Barma, 2008a). L'originalité de la contribution d'Engeström est l'insertion du travail collectif de l'institution qu'est l'école dans la notion de médiation.

Le choix de l'unité d'analyse

Dans la théorie de l'activité, il est nécessaire de préciser l'unité d'analyse avant de définir la question de recherche, parce que cette théorie oriente la façon dont on l'aborde. Dans notre cas, l'unité d'observation n'est pas l'enseignant seul, mais l'enseignant dans le contexte d'un enseignement visant le développement de la compétence à résoudre un problème (Barma, Lacasse et Massé-Morneau, 2015). Les travaux de Barma (2011) mettent d'ailleurs en lumière l'importance de la dimension contextuelle de l'activité d'enseignement où les actions individuelles sont en relation étroite avec un but conscient (intention). Toutefois, cette motivation est aussi inscrite dans

un contexte dans lequel s'inscrit une activité collective. Dans une telle perspective, c'est l'interaction individu-collectivité qui devient l'unité d'analyse, ce qui contribuera à mieux décrire les exigences d'un enseignement visant le développement de la compétence à résoudre des problèmes, comme l'illustre le schéma triangulaire de l'activité.

Figure 1. **Structure triangulaire d'un système d'activités**



C'est ainsi que l'étude du système d'activités des enseignants est orientée vers l'objet d'étude (l'enseignement visant la compétence à résoudre un problème) et médiatisée par des outils matériels (les situations problèmes) ou conceptuels (les obstacles) autant d'artéfacts. La structure triangulaire du système d'activités permet l'interprétation d'actions qui sont menées à la fois par des individus (l'enseignant) et par une collectivité (la communauté d'enseignants) soumis à des règles (souvent implicites dans la classe, d'où l'intérêt de la notion de contrat didactique) et à une division du travail (partage des responsabilités). Ces actions sont tributaires des conditions de réalisation et supposent une motivation partagée par les acteurs concernés dans la poursuite d'un objectif commun de telle sorte qu'une nouvelle forme d'activité prend forme et fait sens pour tous (Barma, 2008a; Engeström, 1987).

En somme, ce système d'activités, comme unité d'analyse de base, correspond à une unité non réductible ou divisible et constamment en mouvement (Barma, 2008a, p. 161). En outre, des niveaux d'activités apparaissent, puisque des « constructions médiatrices des outils/symboles, des règles de communications et de la division du travail se définissent » (Bracewell et Park, 2013, p. 28). Des groupes d'individus définissent des rôles complémentaires pour partager différentes parties d'une tâche ou différents rôles, une manifestation de la division du travail. Toutefois, afin d'éviter d'instrumentaliser la structure triangulaire en s'en tenant qu'à une représentation statique, il est essentiel de préciser que l'objet de toute activité est en mouvement et s'inscrit dans un processus de développement appelé apprentissage expansif.

L'apprentissage expansif et le concept de contradiction

D'abord développé par Bateson (1972), l'apprentissage expansif se définit comme une transformation durant laquelle des contradictions sont cumulées au fil du temps et correspondent à des tensions structurelles à l'intérieur et entre les systèmes d'activité (Virkkunen et Newnham, 2013). Dans le cas qui nous concerne, la variété d'interprétations données à la notion de problème et de compétence à résoudre des problèmes mathématiques se traduit sous la forme de tensions récurrentes (contradictions) dans les échanges qu'ont les enseignants avec leurs collègues. Inscrite dans une épistémologie dialectique, notre réflexion considère le pouvoir de l'enseignant sur son activité, permettant ainsi de nous affranchir de l'enseignant considéré comme pseudo-objet (Vasilyuk, 1988). Ainsi, un souci constant de lier la théorie à la pratique pour décrire le processus du changement aide le chercheur à reconnaître l'activité comme un lieu de rencontre dialectique entre théorie et pratique, l'un nourrissant l'autre (Engeström, 1987; Davydov, 1984).

C'est ainsi que la pratique contribue à la résolution des contradictions qui sont au centre de l'activité humaine (Engeström, 2009). Les contradictions sont des outils dialectiques pour comprendre l'intentionnalité de l'activité des enseignants et son développement. Ainsi située, la contradiction dialectique est définie comme une unité des contraires, des forces opposées ou des tendances, comprises dans un système en mouvement (Engeström et Sannino, 2011). Si les contradictions ne sont jamais directement accessibles, elles peuvent être documentées par les manifestations discursives (mots) des enseignants sous forme de tensions, dilemmes, conflits ou conflits critiques (Engeström et Sannino, 2011)⁴.

Engeström (1999) définit quatre niveaux de contradictions possibles au sein d'un système d'activités. Les transformations sur les quatre niveaux exigent une longue période de temps (Engeström et Sannino, 2011). Les sessions de laboratoire du changement, plus intensives au début d'un projet de recherche, peuvent exiger une dizaine de rencontres et s'échelonner sur plusieurs années. C'est ainsi que, dans le cadre de cette recherche, nous nous sommes intéressés aux deux premiers niveaux. À un premier niveau, non seulement l'objet produit a une valeur liée à son utilisation, mais il possède une valeur liée à son échange dans le système, ce qui pose une double contrainte ancrée dans la dialectique marxiste (Ilenkov, 2007). Ces contradictions, appelées primaires, apparaissent aux pôles du triangle et permettent de cerner les forces opposées appelées à être résolues pour qu'une nouvelle activité prenne place. Des contradictions, appelées secondaires, se situent plutôt entre deux pôles du triangle d'activité. Leur résolution devient un levier pour favoriser un apprentissage expansif.

4. Les détails sur l'approche d'analyse sont présentés dans la section méthodologie.

L'étude de la transformation du système d'activités des enseignants permettra d'identifier et de caractériser les pôles émergeant et les relations qui se développent entre eux. C'est ainsi que l'étude des contradictions permettra d'avoir accès au sens que les enseignants accordent aux différentes composantes de leur système d'activités tel qu'il est décrit dans la section précédente (Choix de l'unité d'analyse). Nos questions de recherche sont les suivantes : Quelles sont les contradictions dans le système d'activités des enseignants du primaire rencontrés? Quelles sont les contradictions dans le système d'activités des enseignants du secondaire rencontrés? Quels sont les points de convergence et de divergence entre ces deux systèmes?

LA MÉTHODE

Afin de documenter les contradictions d'un système d'activités, plusieurs participants sont invités à se rassembler pour s'engager dans la démarche proposée par une équipe de chercheurs (Virkkunen et Newnham, 2013). Ces participants ont des rôles différents dans le système d'activités et, dans ce modèle, c'est le rôle des chercheurs de les amener à coconstruire un sens partagé quant à l'objet de l'activité, ce qui est appelé un laboratoire de changement. Engeström, Virkkunen, Helle, Pihlaja et Poikela (1996) proposent l'utilisation de matériaux visibles en tout temps par les participants afin de générer des réactions. Des vidéos, des cas problèmes, des statistiques, des affiches sont présentés. Il s'agit du miroir. Le deuxième matériau vise à garder en mémoire les idées et les outils évoqués tout au long du processus. Enfin, un troisième matériau sert à présenter le modèle du système d'activités qui se développe durant les séminaires successifs.

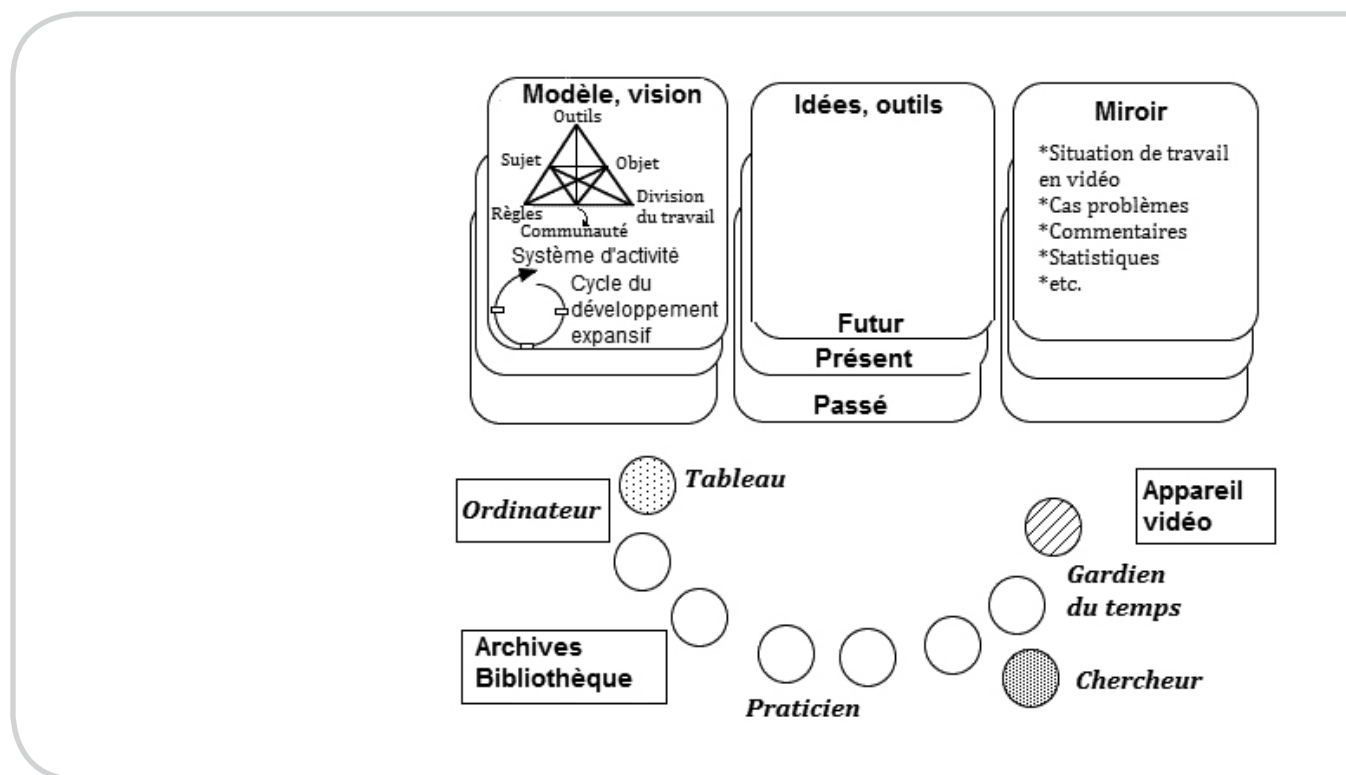
Nous avons cherché à tenir compte de la culture propre à un système scolaire, cette dernière étant fortement teintée par les habitudes d'une région ou d'un pays (Barma, 2014). Dans le cadre de notre recherche, un seul chercheur, plutôt que plusieurs, a réalisé l'animation des séminaires auprès de deux groupes composés respectivement de trois et de quatre enseignants. Les participants exerçaient tous le même rôle professionnel, celui d'enseignant. Les rencontres ont pris la forme de séminaires qui se sont déroulés pendant la session d'automne 2014 (de septembre à décembre) dans le milieu scolaire des enseignants. Ces séminaires visaient à repérer, dans la discussion entre les enseignants, les manifestations discursives (mots) de tensions quant à l'enseignement de la résolution de problèmes. Ces différences avec la structure usuelle nous amènent à décrire notre méthode de recherche comme étant une adaptation au laboratoire du changement.

Plus précisément, dans le premier séminaire, ce sont les questions du chercheur qui font l'objet d'outils de médiation⁵, alors que pour le second séminaire nous avons

5. Annexe 1.

utilisé la modélisation du système d'activités à partir des réponses obtenues aux questions formulées lors du premier séminaire⁶. Au troisième séminaire, nous avons présenté des tableaux papier construits par les enseignants lors de la formation de l'année précédente. Ces tableaux ont servi de miroir⁷. Ainsi, les tableaux-papier, de même que la structure triangulaire du système d'activités des enseignants, sont demeurés en place tout au long de la formation, comme l'illustre la figure 2. Ils ont servi à garder des traces du contenu des discussions. Toutefois, nous avons utilisé deux surfaces plutôt que les trois tableaux présents dans la Figure 2.

Figure 2. Traduction libre de la disposition de l'environnement suggérée par Engeström pour la préparation de la tenue d'un laboratoire du changement (Engeström *et al.*, 1996)



Nous avons rencontré les élèves le jour où se tenait le troisième séminaire avec les enseignants. L'analyse de ces entretiens a été présentée aux enseignants lors du quatrième séminaire⁸. Pour ce dernier séminaire, c'est le compte rendu des contributions des élèves qui a été utilisé comme miroir. Ainsi, les enseignants ont été en contact avec la conception de certains de leurs élèves pour reconsidérer certains

6. Annexe 2.
7. Annexe 3.
8. Annexe 4.

éléments faisant partie de leur activité. En somme, la planification des séminaires est orientée, d'une part, vers la reformulation de l'interprétation du chercheur de l'activité des enseignants et, d'autre part, vers la progression dans la démarche d'apprentissage expansif.

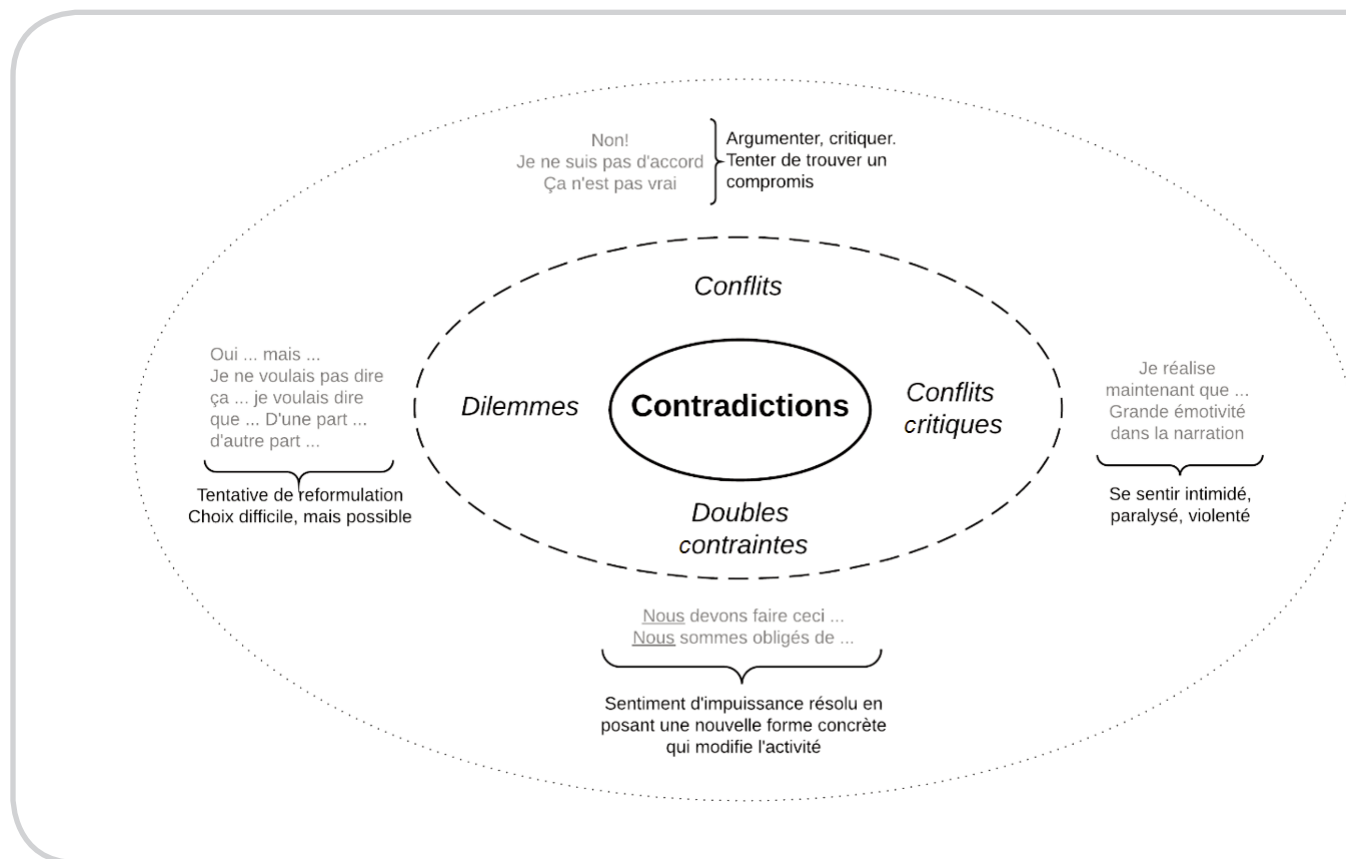
Quatre séminaires ont donc réuni trois enseignants du troisième cycle du primaire et quatre enseignants du premier cycle du secondaire qui avaient manifesté leur intérêt après avoir reçu une lettre d'invitation. Le choix du nombre de séminaires a été fait à partir des étapes ciblées dans le cycle expansif (Davydov, 2008; Engeström, 1987), ce qui correspond aux deux premiers niveaux de contradiction. La planification des séminaires est présentée dans le tableau qui suit.

Tableau 1. **Orchestration des expérimentations**

Type de participants	Nombre de participants	Activité	Fréquence	Durée (min)	Lieu	Instrument de collecte
3 ^e cycle du primaire	5 élèves	Discussion	1 fois	60	École des élèves	Enregistrement audio
1 ^{er} cycle du secondaire	5 élèves	Discussion	1 fois	60	École des élèves	Enregistrement audio
3 ^e cycle du primaire	3 enseignants	Séminaire	1 fois/mois	120	Commission scolaire du Fleuve-et-des-Lacs	Enregistrement audio
1 ^{er} cycle du secondaire	4 enseignants	Séminaire	1 fois/mois	120	Commission scolaire du Fleuve-et-des-Lacs	Enregistrement audio

L'enregistrement des discussions se fait de manière audio plutôt que vidéo devant la réticence des enseignants à être filmés. Les enregistrements audio des discussions ont été retranscrits sous forme de verbatim. L'analyse a ensuite été centrée sur l'identification d'unité de sens présentant des forces en opposition dans le discours des enseignants (Barma, Lacasse et Massé-Morneau, 2015). Ce sont les verbatim de ces séminaires qui ont permis d'utiliser la grille d'analyse qu'est l'oignon méthodologique, présentée dans la figure 3.

Figure 3. **Représentation de l'oignon méthodologique adaptée et traduite librement à partir de sa forme originale dans Engeström et Sannino (2011, p. 375)**



La figure 3 montre quelques exemples de chacune des manifestations discursives que nous sommes susceptibles de rencontrer au cours des séminaires avec les enseignants. Une fois les unités de sens dialectiques définies, nous les avons classées d'abord en fonction des dilemmes, des doubles contraintes, des conflits critiques et des conflits à l'intérieur de chaque séminaire, puis selon les pôles du triangle et, enfin, selon les relations entre les pôles. Des regroupements ont pu être réalisés selon les pôles et les relations.

LES RÉSULTATS DE RECHERCHE

Les regroupements réalisés ont conduit à donner les titres suivants : la réussite et l'apprentissage des élèves, la collaboration et les leviers de décision. Ces regroupements correspondent aux lieux de convergence entre les enseignants du primaire et ceux du secondaire. Il a aussi été possible de repérer des lieux de divergence entre les deux ordres d'enseignement. Nous les décrivons ci-dessous.

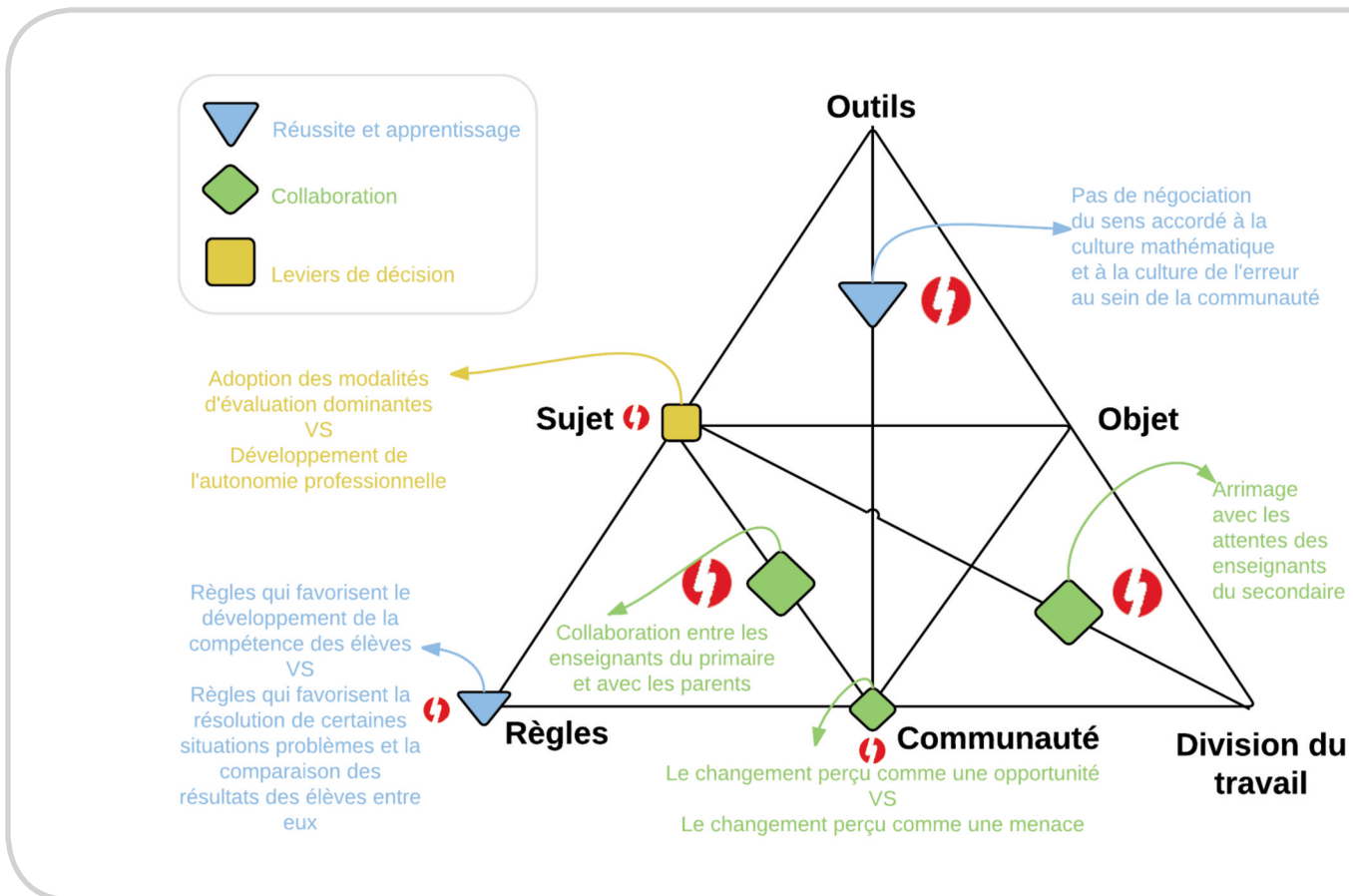
Le système d'activités des enseignants du primaire

Le système d'activités des enseignants du primaire présente des contradictions relativement à la réussite *versus* l'apprentissage des élèves concernant la compétence à résoudre des problèmes mathématiques. L'analyse de cette contradiction conduit à reconnaître que les enseignants sentent la nécessité de devoir choisir entre une adhésion aux mesures évaluatives ministérielles et le développement de leur propre système d'évaluation. Cette contradiction trouve ses racines dans une dialectique. En effet, deux conceptions du rôle de l'enseignant semblent en présence simultanément : une conception concernant une pratique d'évaluation uniforme et une autre où l'on attribue aux enseignants plus d'autonomie quant à leur jugement professionnel. L'adhésion aux mesures évaluatives ministérielles les conduit à s'attarder à un point de vue quantitatif, alors que le développement de leur système d'évaluation personnel serait orienté vers l'interprétation du processus de changement de l'apprentissage de l'élève. Or, l'analyse des verbatim laisse voir que la manière dont la communauté conçoit l'erreur modifie l'énergie que doit déployer un enseignant pour s'engager dans une négociation avec ses collègues. Par conséquent, certaines règles implicites, liées à la culture de l'erreur, pourraient contribuer à mettre en place un environnement favorisant l'enseignement visant le développement la compétence à résoudre un problème. Cette tension entre réussite et apprentissage touche les pôles « règles » et « outils » et conduit à une relation dialectique qui pourrait jouer sur le choix des outils utilisés par les enseignants pour trouver des solutions aux défis posés par cet enseignement. En effet, dans ces conditions, le travail individuel des enseignants semble devenir la solution la moins coûteuse en temps et en énergie.

L'analyse des données laisse aussi apparaître une deuxième catégorie de contradictions chez les enseignants du primaire : la collaboration entre eux, avec les parents, mais également avec les enseignants du secondaire. Cela semble les conduire à voir le changement de pratiques enseignantes à la fois comme une opportunité de développement et comme une menace aux pratiques enseignantes établies, compte tenu des choix à réaliser entre les besoins spécifiques de leurs élèves et un enseignement en fonction de leur perception des exigences des enseignants du secondaire. En rappelant leur difficulté à arrimer leur planification avec leur perception des attentes des enseignants du secondaire, les enseignants du primaire laissent voir une contradiction dans la relation entre les pôles « sujet » et « communauté », ce qui pourrait jouer sur le choix des règles à mettre en œuvre. Une deuxième relation dialectique, concernant la collaboration entre les enseignants et les parents, conduit à repérer que les enseignants se sentent contraints de préparer un matériel nécessaire pour justifier leurs pratiques et leur évaluation de l'évolution des élèves plutôt que de préparer un matériel pour les besoins spécifiques de leurs élèves. Cette contradiction, émergeant des pôles « sujet » et « communauté », pourrait à nouveau jouer sur le choix des règles, notamment celle concernant le rôle de l'erreur dans la classe.

La troisième catégorie de contradictions concerne les leviers de décision. L'analyse des données conduit à remarquer que les enseignants semblent avoir peu de contrôle sur la promotion de la collaboration, notamment avec les enseignants du secondaire. Ils auraient toutefois un contrôle sur la façon dont ils enseignent. Ainsi, les enseignants ayant accordé beaucoup d'énergie à l'élaboration de conditions favorisant le développement de la compétence à résoudre des problèmes par leurs élèves voient peu d'avantages à modifier leur environnement de travail. Cette contradiction, située au pôle « division du travail » représentant le partage des responsabilités entre les partenaires, pourrait expliquer le choix de travailler de manière individuelle. La figure 4 présente le système d'activités d'enseignement de la résolution de problèmes pour les enseignants du primaire selon le regroupement des contradictions primaires (pôles) et secondaires (relations entre les pôles) pour les trois catégories de contradictions relevées.

Figure 4. **Représentation triangulaire du système d'activités d'enseignement de la résolution de problèmes pour les enseignants du primaire avec le regroupement des contradictions primaires et secondaires en trois catégories**



Le système d'activités des enseignants du secondaire

Comme pour les enseignants du primaire, les contradictions du système d'activités des enseignants du secondaire sont liées aux mêmes catégories: réussite *versus* apprentissage, collaboration et leviers de décision. C'est ainsi que l'étude de la relation entre la réussite et l'apprentissage permet de relever une contradiction primaire entre les pôles « communauté » et « règles ». En effet, l'analyse des données montre que certaines règles implicites semblent encourager les élèves à répondre le plus vite possible. Ces règles semblent liées au fait, entre autres, qu'une seule réponse est valide pour trouver une solution aux problèmes. Dans ce contexte, les élèves auraient tendance à chercher cette « bonne réponse », une manifestation de leur conception de la réussite en mathématiques. La dynamique de la classe, voire celle du système d'éducation, pourrait renforcer cette conception puisque peu de place est accordée à l'erreur et à l'expérimentation en mathématiques. La prise de conscience de cette tension conduit les enseignants à imaginer proposer une tâche où la réponse est donnée aux élèves lors d'un examen pour leur demander de retrouver la démarche. Toutefois, même s'ils reconnaissent plusieurs avantages à ce type d'intervention, les enseignants ne pensent pas être en mesure d'en planifier l'implantation dans leur environnement à cause du temps requis, une manifestation d'une contradiction secondaire qui se situe dans la relation entre les pôles « communauté » et « outils ».

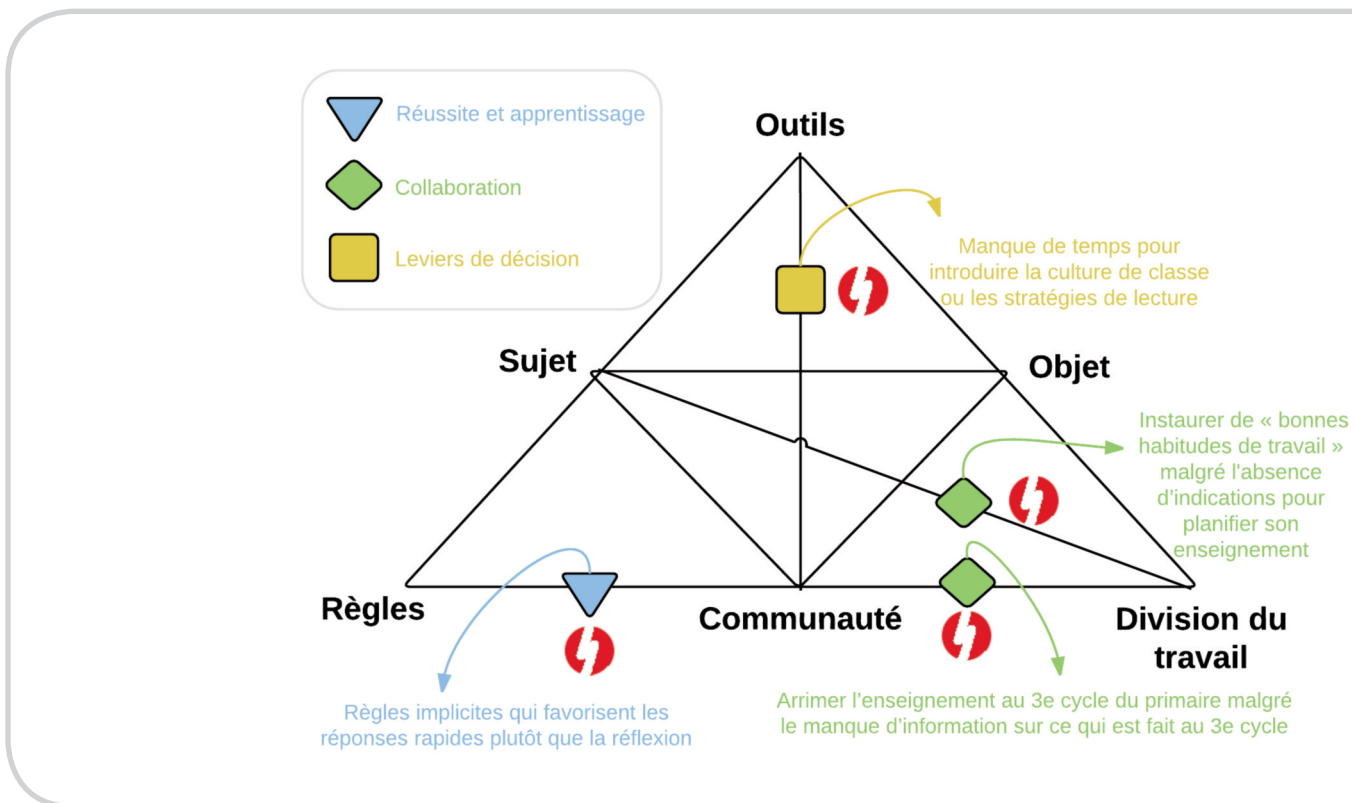
Cette tension dans la dynamique de la classe pourrait expliquer l'importance des relations entre les élèves de la classe, apparue lors du travail d'équipe requis en résolution de problèmes. Cela conduit les enseignants à traiter du pôle « règles ». En effet, la tendance des élèves à se placer avec les mêmes personnes rendrait difficile l'instauration d'entraide entre eux. Cette reconnaissance d'une contradiction dans la relation entre les pôles « règles » et « division du travail », vue selon le partage des responsabilités entre les partenaires, les conduit à proposer l'utilisation d'une horloge. Cette horloge aurait pour but d'amener les élèves à prendre des rendez-vous pour former des équipes et à assurer une variation dans la constitution des équipes. En somme, la prise de conscience de cette contradiction mène les enseignants à modéliser un nouvel outil (horloge) qui viendra les appuyer dans leur enseignement.

L'analyse des données montre aussi que les enseignants de première secondaire se sentent responsables de l'arrimage de leurs pratiques avec celles des enseignants du primaire. Le manque d'indications à l'égard des stratégies d'enseignement déjà utilisées semble mener à déduire ce que peut être la planification des enseignants de sixième année du primaire à partir des connaissances manifestées par leurs élèves. La prise de conscience de cette contradiction les conduit à imaginer un enseignement qui favoriserait la transition des élèves du premier cycle vers le second cycle du secondaire, une stratégie interprétée comme une manifestation de l'importance de passer à l'action. Cette relation entre les pôles « communauté » et « division du travail » illustre une contradiction secondaire en relation avec la collaboration.

Enfin, il semble que la catégorie de contradictions concernant les leviers de décision gravite autour du temps. Ainsi, une préoccupation liée aux difficultés des élèves à comprendre les énoncés des problèmes pousse les enseignants à les modifier. Bien que cette stratégie d'enseignement puisse susciter un engagement chez un plus grand nombre d'élèves, les enseignants reconnaissent que leurs élèves peuvent se retrouver démunis au moment d'interpréter les énoncés des examens ministériels. La prise de conscience de cette contradiction les conduit à évoquer l'intérêt d'élaborer une nouvelle stratégie d'enseignement : faire créer un problème par les élèves afin d'augmenter le sens que ces derniers lui donnent. Cette dernière contradiction, dans la relation entre les pôles « communauté » et « outils », pourrait influencer sur le pôle « règles ».

En somme, la modification de tâches et la création de problèmes par les élèves mènent les enseignants à modéliser de nouveaux outils, dans ce cas des stratégies d'enseignement ou de gestion de classe, qui viendront à nouveau les appuyer dans la mise en place d'un enseignement de la compétence à résoudre des problèmes. La figure 5 présente le système d'activités d'enseignement de la résolution de problèmes pour les enseignants du secondaire rencontrés selon le regroupement des contradictions primaires et secondaires pour les trois catégories de contradictions identifiées.

Figure 5. **Représentation triangulaire du système d'activités d'enseignement de la résolution de problèmes pour les enseignants du secondaire avec le regroupement des contradictions primaires et secondaires en trois thèmes**



DISCUSSION

Les travaux d'Engeström (2001) montrent que l'instauration de nouvelles règles et une modification des rôles et de la division du travail (partage des responsabilités) sont remises en question pour qu'une transformation des pratiques devienne possible. Nos résultats de recherche montrent de quelle façon. Comme ceux obtenus par Butlen, Peltier-Barbier et Pézard (2002), nos résultats dévoilent la présence d'une tension entre réussite et apprentissage convergente pour les deux ordres d'enseignement. Cette contradiction semble nourrie par des préoccupations relativement à la culture de l'erreur, plus particulièrement pour les enseignants du primaire qui cherchent à collaborer avec les parents, et au temps requis pour exploiter cette erreur en classe pour les enseignants du secondaire.

En situant cette tension dans le système d'activités des enseignants, nous observons une transformation des rôles des partenaires aux deux ordres d'enseignement. Au secondaire, le travail d'équipe, où l'engagement des élèves dans la tâche prend une place fondamentale, et la modification des problèmes par un jeu sur les variables didactiques deviennent de nouvelles stratégies d'enseignement, des outils de médiation. Ces outils de médiation transforment le contrat didactique (Brousseau, 2006) en jouant sur le jeu des attentes réciproques dans la classe. Ces différentes tensions font intervenir les règles implicites et explicites ayant un impact sur la répartition horizontale et verticale des pouvoirs et des statuts à l'école et en classe. Ainsi, selon les travaux de Le Boterf (2007) sur le développement de compétences professionnelles, il semble que le recul permis par la réalisation de séminaires ait conduit les enseignants à identifier des tensions et à construire de nouveaux outils de médiation.

C'est ainsi que le temps provoque une tension dans l'organisation de rencontres entre les enseignants du primaire et ceux du secondaire. Ces résultats coïncident avec ceux de Collinson et Cook (2001), de Fullan et Miles (1992) de Barma (2008a), de Deslandes et Barma (2016) ainsi que de Deslandes, Barma et Massé-Morneau (2016) qui soulignent que le temps est un facteur limitant pour mobiliser efficacement les ressources dans un contexte de renouvellement de pratiques d'enseignants et dans celui de l'implantation du programme de science et technologie.

Au primaire, les enseignants semblent freinés par les exigences de la mise en place d'une collaboration avec les enseignants du secondaire et avec les parents, ce qui influence la conception qu'ils ont de leur rôle professionnel. Les travaux de Kalubi et Lesieux (2006) et de Deslandes et Barma (2016) montrent aussi que les enseignants, mais également les parents, ont tendance à craindre d'être perçus comme incompetents. Enfin, les enseignants craignent de ne pas bien saisir les attentes des parents.

CONCLUSION

Notre analyse visait à repérer les exigences que les enseignants doivent respecter dans la mise en place d'un enseignement favorisant le développement de la compétence des élèves à résoudre une situation problème. Contrairement aux idées voulant qu'une approche par compétences conduirait à développer un rapport au savoir utilitaire, où des habiletés générales sont préférées à des savoirs disciplinaires pour mieux répondre à des attentes du monde du travail, les contradictions repérées montrent plutôt la modification du rôle des enseignants devant certaines composantes de leur système d'activités, composantes nourries par des préoccupations liées à la place de l'erreur et au temps requis à l'égard de la collaboration. L'identification des leviers de décision montre à quel point il devient important de prendre en compte l'influence du partage des responsabilités pour créer des conditions qui favoriseront la mise en place d'un « pouvoir-agir » émergeant de l'interaction entre la reconnaissance d'une tension et la mise en œuvre d'un nouvel outil.

Références bibliographiques

- ARSAC, G., GERMAIN, G. et MANTE, M. (1991). *Problème ouvert et situation-problème*. Lyon, France: IREM.
- ASTOLFI, J.-P., DAROT, É., GINSBURGER-VOGEL, Y. et TOUSSAINT, J. (2008). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles: De Boeck Supérieur.
- BALL, D. L. (1993). With an eye on the mathematical horizon: Dilemmas of teaching elementary school mathematics. *Elementary School Journal*, 93(4), 373-397.
- BARMA, S. (2008a). *Un contexte de renouvellement des pratiques en éducation aux sciences et aux technologies : une étude de cas réalisée sous l'angle de la théorie de l'activité* (thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Canada). Récupéré de <http://www.theses.ulaval.ca/2008/25695/25695.pdf>
- BARMA, S. (2008b). Vers une lecture systémique du contexte, des enjeux et des contraintes du renouvellement des pratiques en éducation aux sciences au secondaire au Québec. *Revue canadienne des jeunes chercheur(e)s en éducation*, 1(1). Récupéré de <http://cjnse-rjce.ca/ojs2/index.php/cjnse/article/view/19>
- BARMA, S. (2011). A sociocultural reading of reform in science teaching in a secondary biology class. *Cultural Studies of Science Education*, 6(3), 635-661.

- BARMA, S. (2014). Mot de la rédaction. Le CRIRES et l'innovation sociale en éducation. *Revue internationale du CRIRES: innover dans la tradition de Vygotsky*, 2(1), p. 1-6.
- BARMA, S., LACASSE, M. et MASSÉ-MORNEAU, J. (2015). Engaging discussion about climate change in a Quebec secondary school: A challenge for science teachers. *Learning, Culture and Social Interaction*, 4, 28-36.
- BATESON, G. (1972). *Steps to an ecology of minds*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- BÉLANGER, J.-P., DEBLOIS, L. et FREIMAN, V. (2014). Interpréter la créativité du raisonnement dans les productions d'élèves en mathématiques d'une communauté d'apprentissages multidisciplinaires interactifs. *Éducation et francophonie*, XLII(2), 44-63.
- BOISNARD, D., HOUDEBINE, J., JULO, J., KERBCEUF, M.-P. et MERRI, M. (1994). *La proportionnalité et ses problèmes*. Paris: Hachette.
- BOUTIN, G. et JULIEN, L. (2000). *L'obsession des compétences*. Montréal: Éditions Nouvelles.
- BRACEWELL, R. J. et PARK, J. (2013). Une modeste révision de la représentation de la théorie des systèmes d'activité. *Revue internationale du CRIRES. Innover dans la tradition de Vygotsky*, 1(1), 26-32.
- BRACEWELL, R. J. et WITTE, S. P. (2003). Tasks, ensembles, and activity linkages between text production and situation of use in the workplace. *Written Communication*, 20(4), 511-559.
- BROUSSEAU, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), 35-115.
- BROUSSEAU, G. (2003). Recherches en éducation mathématique. *Bulletin de l'APMEP*, 457, 213-224.
- BUTLEN, D., PELTIER-BARBIER, M.-L. et PÉZARD, M. (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, 41-52.
- CHARNAY, R. (1992). Problème ouvert, problème pour chercher. *Grand N*, 51, 77-83.
- COHEN, D. K. et BALL, D. L. (1990). Relations between policy and practice: A commentary. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 12(3), 249-256.

- COLLINSON, V. et COOK, T. F. (2001). «I don't have enough time» – Teachers' interpretations of time as a key to learning and school change. *Journal of Educational Administration*, 39(3), 266-281.
- DAVYDOV, V. V. (1984). Substantial generalization and the dialectical-materialist theory of thinking. Dans M. Hedegaard, P. Hakkarainen et Y. Engeström (dir.), *Learning and teaching on a scientific basis* (p. 11-32). Aarhus, DK: Aarhus Universitet, Psykologisk Institut.
- DAVYDOV, V. V. (2008). *Problems of developmental instruction. A theoretical and experimental psychological study*. Hauppauge, NY: Nova Science.
- DEBLOIS, L. (2003). Interpréter explicitement les productions des élèves: une piste... *Éducation et francophonie*, XXXI(2), 176-199.
- DEBLOIS, L. (2015). Interactions de la classe: tensions entre compréhension et difficultés à apprendre les mathématiques. *Actes de la 37^e rencontre du groupe canadien en didactique des mathématiques*, p. 171-187.
- DE CORTE, E. et VERSCHAFFEL, L. (2005). Apprendre et enseigner les mathématiques: un cadre conceptuel pour concevoir des environnements d'enseignement-apprentissage stimulants. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte et J. Grégoire (dir.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogiques?* (p. 25-54). Bruxelles: De Boeck.
- DESLANDES, R. et BARMA, S. (2016). Revisiting the challenges linked to parenting and home-school relationships at the high school level. *Canadian Journal of Education*, 39(4), 1-32. <http://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/2271>
- DESLANDES, R., BARMA, S. et MASSÉ-MORNEAU (2016). Teachers' views of the school community support in the context of a science curricular reform. *Journal of Education and Learning*, 5(2), 220-232.
- ENGESTRÖM, Y. (1987). *Learning by expanding. An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finlande: Oriental-Konsultit.
- ENGESTRÖM, Y. (1997). Activity theory and individual and social transformation. Dans Y. Engeström, R. Miettinen et R.-L. Punamäki (dir.), *Perspectives on activity theory* (p. 19-38). Cambridge, R.-U.: Cambridge University Press.
- ENGESTRÖM, Y. (1999). Innovative learning in work teams. Analyzing cycles of knowledge creation in practice. Dans Y. Engeström, R. Miettinen et R.-L. Punamäki (dir.), *Perspectives on activity theory* (p. 377-404). New York, NY: Cambridge University Press.

- ENGESTRÖM, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity-theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- ENGESTRÖM, Y. (2007). Enriching the theory of expansive learning: Lessons from journeys toward coconfiguration. *Mind, Culture, and Activity*, 14(1-2), 23-39.
- ENGESTRÖM, Y. (2009). Expansive learning: Toward an activity-theoretical reconceptualization. Dans K. Illeris (dir.), *Contemporary theories of learning* (p. 53-73). Londres : Routledge.
- ENGESTRÖM, Y. (2010). From design experiments to formative interventions. *Theory and Psychology*, 21(5), 598-628.
- ENGESTRÖM, Y. (2015). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research* (2^e éd.). Cambridge, R.-U. : Cambridge University Press.
- ENGESTRÖM, Y., ENGESTRÖM, R. et VÄHÄÄHO, T. (1999). When the center does not hold: The importance of knotworking. Dans S. Chaiklin, M. Hedegaard et U. J. Jensen (dir.), *Activity theory and social practice: Cultural-historical approaches* (p. 345-374). Aarhus, Danemark : Aarhus University Press.
- ENGESTRÖM, Y. et SANNINO, A. (2010). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, 5(1), 1-24.
- ENGESTRÖM, Y. et SANNINO, A. (2011). Discursive manifestations of contradictions in organizational change efforts: A methodological framework. *Journal of Organizational Change Management*, 24(3), p. 368-387.
- ENGESTRÖM, Y., VIRKKUNEN, J., HELLE, M., PIHLAJA, J. et POIKELA, R. (1996). The change laboratory as a tool for transforming work. *Lifelong Learning in Europe*, 1(2), 10-17.
- FABRE, M. (1997). Pensée pédagogique et modèles philosophiques: le cas de la situation-problème. *Revue française de pédagogie*, 120, 49-58.
- FREIMAN, V. et SAVARD, A. (2014). Résolution de problèmes en mathématiques: un outil pour enseigner et un objet d'apprentissage. *Éducation et francophonie*, XLII(2).
- FULLAN, M. G. et MILES, M. B. (1992). Getting reform right: What works and what doesn't. *Phi Delta Kappa International*, 73(10), 745-752.
- GAGNON, M. (2008). *Étude sur la transversalité de la pensée critique comme compétence en éducation : entre « Science et technologie », histoire et philosophie au secondaire* (thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Canada). Récupéré de archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/25473/25473_1.pdf

- GRUPE DE DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES DU QUÉBEC (GDM) (2012). *La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques : au-delà d'une compétence, au-delà des constats*. Actes du colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec. Université Laval, mai 2012. Récupéré de <https://www.dropbox.com/s/xcvmy42wy0j9zhz/2012%20GDM%20Actes.pdf>
- HAMEL, C. et BARMA, S. (2013). Contributions individuelles d'étudiants en formation initiale à l'enseignement des sciences à la construction d'un discours autour d'un thème intégrateur. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 29(1).
- ILYENKOV, E. V. (2007). Our schools must teach how to think! *Journal of Russian and East European Psychology*, 45(4), 9-49.
- IVIC, I. (2000). *Lev S. Vygotsky*. Paris : Bureau international d'éducation, Unesco.
- LAJOIE, C. et BEDNARZ, N. (2012). Évolution de la résolution de problèmes en enseignement des mathématiques au Québec : un parcours sur cent ans des programmes et documents pédagogiques. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 12(2), 178-213.
- LAMPERT, M. (1985). How do teachers manage to teach? Perspectives on problems in practice. *Harvard Educational Review*, 55(2), 178-195.
- LE BOTERF, G. (2007). *Construire les compétences individuelles et collectives*. Paris : Eyrolles.
- LEONTIEV, A. N. (1978). *Activity, Consciousness, and Personality*. New Saddle River, NJ : Prentice Hall.
- MARCHAND, P. et BEDNARZ, N. (1999). L'enseignement de l'algèbre au secondaire : une analyse des problèmes présentés aux élèves. *Bulletin AMQ*, XXXIX(4), 30-42.
- MASON, J. (2012). Having good ideas come-to-mind: Contemporary Pólya-based advice for students of mathematics. Dans M. Badger, C. Sangwin et T. Hawkes (dir.) avec R. Burn, J. Mason et S. Pope (contrib.). *Teaching problem-solving in undergraduate mathematics* (p. 33-51). Loughborough, R.-U. : National HE STEM Centre.
- MIETTINEN, R. (2009). Contradictions of high-technology capitalism and the emergence of new forms of work. Dans A. Sannino, H. Daniels et K. D. Gutiérrez (dir.), *Learning and expanding with activity theory* (p. 160-175). New York, NY : Cambridge University Press.

- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (MELS). (2003). *Programme de formation de l'école québécoise, version approuvée. Enseignement secondaire, premier cycle*. Québec : Gouvernement du Québec.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (MELS). (2006). *Programme de formation de l'école québécoise, version approuvée. Éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (MELS). (2015). *Programme de formation de l'école québécoise, version approuvée, enseignement secondaire, deuxième cycle*. Québec : Gouvernement du Québec. Récupéré le 17 novembre 2016 de <http://www1.education.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/secondaire2/medias/mathematique.pdf>
- PALLASCIO, R. (2005). Les situations-problèmes : un concept central du nouveau programme de mathématiques. *Vie pédagogique*, 136, 32-35.
- RADFORD, L. (1996). La résolution de problèmes : comprendre puis résoudre? *Bulletin de l'Association mathématique du Québec*, 36(3), 19-30.
- REY, B. (1998). *Les compétences transversales en question*. Paris : ESF.
- SAVARD, A. (2008). Une approche interdisciplinaire pour développer des compétences mathématiques : quel impact pour l'apprentissage? Dans *Enseignement des mathématiques et interdisciplinarité* (p. 171-180). Actes du colloque du Groupe de didactique des mathématiques (GDM), préparés par L. Theis. Université de Sherbrooke, mai.
- VASILYUK, F. (1988). *The psychology of experiencing*. Moscou, Russie : Progress.
- VIRKKUNEN, J. et NEWNHAM, D. S. (2013). *The change laboratory. A tool for collaborative development of work and education*. Rotterdam, Pays-Bas : Sense Publishers.
- VERGNAUD, G. (1990). Théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactiques des mathématiques*, 10(2.3), 133-170.
- VERGNAUD, G. (2002). La conceptualisation, clef de voûte des rapports entre pratique et théorie. Dans *Analyse de pratiques et professionnalité des enseignants*. Actes de la Desco.
- VYGOTSKI, L. (1934/1985). *Pensée et langage* (F. Sève, trad.). Paris : Messidor / Éditions sociales.
- VYGOTSKY, L. S. (1978). *Mind and society. The development of higher mental processes*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- ZEITZ, P. (2007). *The art and craft of problem solving*. New York, NY : John Wiley.

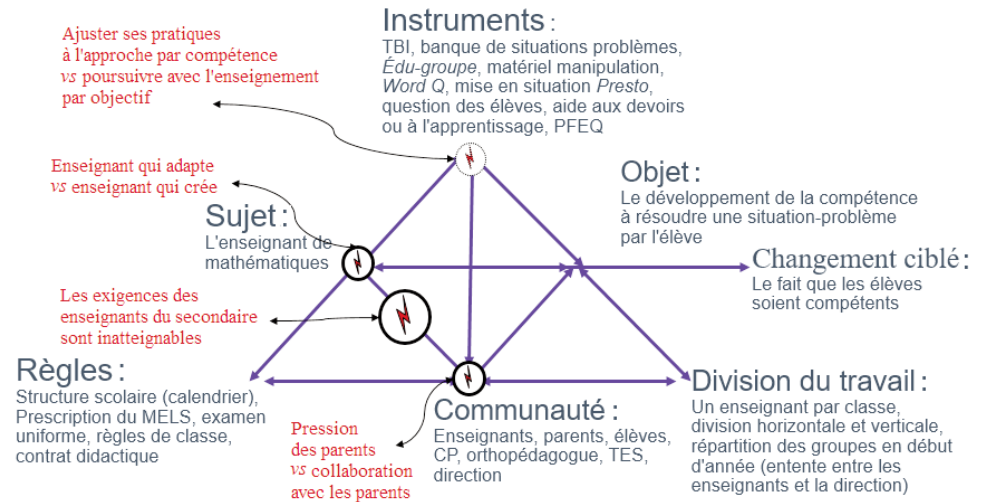
Annexe 1

Question pour le premier séminaire

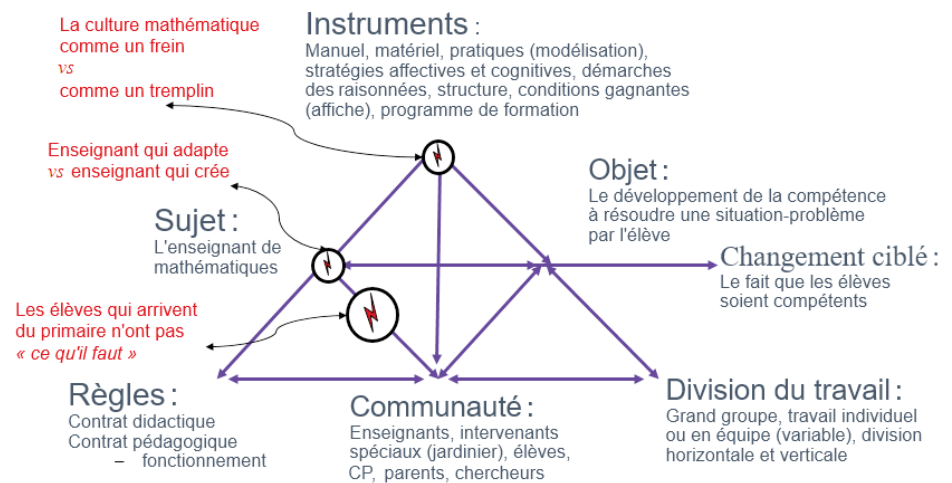
1. Qu'est-ce qu'un beau problème?
2. Pour qui est-ce un beau problème?
3. Les spécificités des problèmes en mathématiques par rapport à ceux dans la vie courante.
4. Quel type de problème suscite davantage d'engagements chez les élèves?
Comment faites-vous pour le savoir?
5. Quelle est la place de ces problèmes dans une classe?
6. Quelle est la place de ces problèmes dans la vie d'un adulte?
7. Où peut-on trouver ces problèmes?
8. À quel moment est-il souhaitable de placer les élèves dans ces contextes?

Annexe 2

Modèle triangulaire du système d'activités des enseignants du primaire utilisé comme miroir au deuxième séminaire

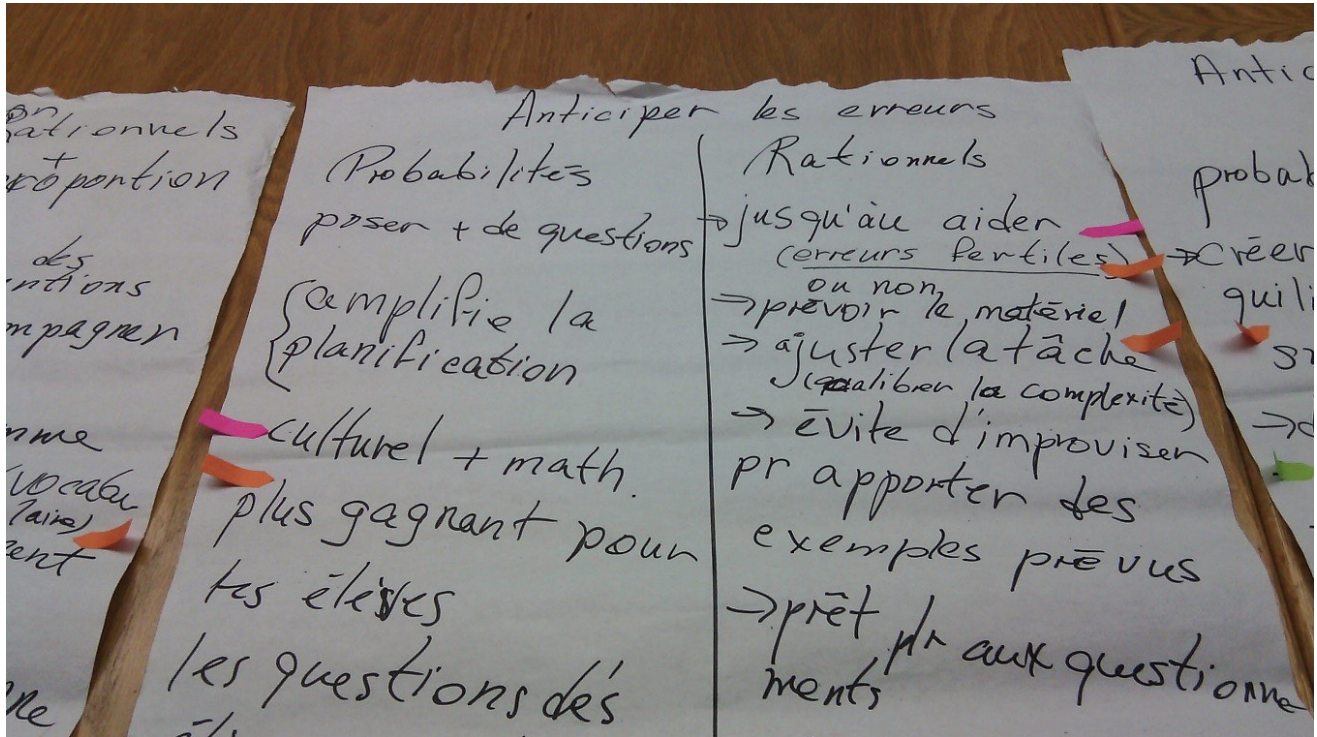


Modèle triangulaire du système d'activités des enseignants du secondaire utilisé comme miroir au deuxième séminaire



Annexe 3

Exemple d'affichage utilisé durant le troisième séminaire



Annexe 4

Quand vous résolvez un problème mathématique, qu'est-ce que vous apprenez ?

- Ça nous aide à nous creuser la tête.
- Être plus logique, plus ordonné dans nos démarches.

Et s'il n'y a pas de texte?

- Il y a toujours un texte.

Est-ce que ça vous aide à réapprendre les concepts ?

- Oui ça nous aide à voir le problème de différentes manières. Admettons l'illustration ça nous aide.
- Ça dépend des profs. Nous, la révision a pas mal été faite.
- Ça dépend de la dynamique du prof.
- Ça dépend de l'approche du prof avec l'utilisation du matériel.
- On apprend de différentes façons ... il faut qu'il s'adapte.

Comment ça se passe avec un prof plate comme vous le dites?

- Un prof plate va donner des devoirs.
- Il fait juste corriger.
- Il n'y a pas de relation entre nous.
- Il ne fait qu'enseigner, il « n'anime pas la classe ».

Avez-vous des préférences en résolution de problème (préférences)?

- Nous donner les outils au début et nous laisser résoudre le problème.

Expliquez-moi c'est quoi la résolution de problèmes.

- Souvent c'est avec un texte. Quand tu lis le texte, il faut résoudre les énigmes.
- Une histoire, avec un problème à résoudre, tu as une réponse à trouver là-dedans. Tu as plusieurs contraintes qu'il faut que tu respectes.

Y a-t-il des problèmes de mathématiques ailleurs que dans les cours de mathématiques?

- Oui ... dans un problème d'ami ... mais tu n'auras pas besoin de calculer plein d'affaires.
- Si tu vas au dépanneur ... calcul d'argent.

Quand je planifie mes déplacements pour me rendre ici, est-ce que c'est un problème?

- Oui parce que contraintes.
- Non, parce qu'il n'y a pas d'indices, tu nous dis uniquement ce que tu vas faire. On ne sait pas les nombres.