

CONCEPTION DE RESSOURCES DIDACTIQUES QUI ARTICULENT DES CONCEPTS MATHÉMATIQUES ET DIDACTIQUES

ADIHOU* Adolphe - LEROUX** Anne-Julie - BRISSON*** Olivier

Résumé – L'article présente le processus de conception de ressources qui articulent des contenus mathématiques et didactiques pour des formateurs, enseignants, élèves et étudiants en formation dans le cadre d'un projet. Offertes dans un environnement numérique, elles sont pour les formateurs, des outils intéressants et adaptables qui vont les aider dans leur planification et dans le choix des tâches et situations significatives qui permettent des activités mathématiques riches et pertinentes pour les élèves et les étudiants.

Mots-clés : Ressources, enseignement, apprentissage, didactique, mathématiques, formation

Abstract– The article presents resources conception process that articulates mathematical and didactic content for trainers, teachers, students and undergraduates as part of a project. Offered digitally, they are interesting and adaptable tools that will help teachers in their planning and in the choice of meaningful tasks and situations that will allow rich and relevant mathematical activities for students.

Keywords: Resources, teaching, learning, didactic, mathematics, formation

I. INTRODUCTION : CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le projet consiste à rendre accessibles aux enseignants et aux formateurs universitaires, des ressources qui articulent savoirs mathématiques et didactiques afin que ces derniers les utilisent pour mieux anticiper et gérer les difficultés d'apprentissage, et ultimement, mieux travailler les concepts mathématiques avec les élèves et les étudiants, en contexte de formation, d'enseignement et d'apprentissage. Ainsi le projet vise d'une part la conception et l'intégration des ressources auprès des formateurs et des étudiants et d'autre part l'étude de l'impact de leur intégration sur les pratiques des formateurs et sur l'apprentissage des étudiants. Dans cet article, nous présentons d'abord un exemple mettant en évidence les ressources développées pour le concept des fractions. Ensuite nous exposerons la problématique en lien avec l'élaboration des ressources ainsi que les bases théoriques et conceptuelles qui sous-tendent leur conception (Gueudet et Trouche, 2010; Vergnaud, 1991). Nous précisons la démarche méthodologique (Robert, 2008; Robert et al., 2002; Roditi, 2008) qui a permis leur conception. Enfin, nous pointerons quelques apports de l'intégration de ces ressources à l'enseignement et à l'apprentissage des concepts mathématiques.

II. PRÉSENTATION DES RESSOURCES DIDACTIQUES DÉVELOPPÉES

Nous illustrons et présentons quatre types de ressources que nous avons développées (1- Les fractions ; 2 – Les fractions équivalentes; 3- La comparaison de fractions ; 4-L'addition et la soustraction de fractions). Une interface présente des notions à acquérir et à maîtriser dans différents champs mathématiques au primaire, par exemple les fractions¹ en arithmétique. Elles s'appuient sur des fondements mathématiques et didactiques. La présentation d'une notion comporte dix sections². Elles illustrent les contenus des composantes des ressources

* Université de Sherbrooke – Canada – adolphe.adihou@usherbrooke.ca

** Université de Sherbrooke – Canada – Anne-Julie.Leroux@USherbrooke.ca

*** La Clinique mathématique – Canada – lacliniquemathematique@hotmail.com

¹ Le cas des fractions supérieur à 1 n'est pas traité, mais elles sont traitées dans d'autres ressources.

² Les points 7, 8 et 9 qui composent les dix sections (voir page suivante) ne sont pas encore sur l'interface. Les activités (point 7) sont en version papier. Les modalités pour intégrer le lien des métacours (point 8) conçus dans le cadre du dispositif de formation en mathématique dans le cadre du programme de Baccalauréat en adaptation scolaire et sociale (BASS) restent à préciser. Ces contenus sont accessibles aux étudiants.

pour un concept donné. Le lien suivant permet de découvrir en détail le contenu et la structure des ressources : <http://ressourcesdidactiquesmathematiques.espaceweb.usherbrooke.ca>. On peut accéder aux ressources en utilisant les informations suivantes : *Courriel : didactique et Mot de passe : capsule*

Ainsi, pour un concept donné nous développons dix catégories de ressources suivantes :

1. Synthèse de la Progression des Apprentissages (PDA) en lien avec chaque concept.
2. Carte conceptuelle des concepts en lien avec les contenus de la PDA.
3. Capsule vidéo à visée formative et didactique en lien avec les concepts mis en évidence dans les activités.
4. Capsule vidéo à visée formative et didactique traitant des notions ou problématiques mises en évidence dans les activités ou lors de leur conception.
5. Animation en trois dimensions (3D) de concepts et de processus.
6. Affiche.
7. Illustration des concepts et procédures et lien avec la capsule et la carte conceptuelle.
8. Recueil d'activités : suggestions de situations (manipulations, activités) à mettre en ligne
9. Rappels mathématiques (sur la base des savoirs essentiels des programmes de formation) un lien sera fait avec les métacours que nous avons développés.
10. Guide d'accompagnement à la formation pour donner des formations et mis à la disposition des formateurs qui le désirent.

Dans la section qui suit nous présentons quelques exemples avec des images des ressources didactiques. Ces exemples peuvent être consultés en cliquant sur le lien suivant : <http://ressourcesdidactiquesmathematiques.espaceweb.usherbrooke.ca>

Synthèse de la Progression des Apprentissages en lien avec chaque concept

La synthèse de la PDA apporte des précisions sur les savoirs à acquérir durant les années du primaire et du premier cycle du secondaire. Il constitue un complément au programme de formation de l'école québécoise en lien avec la notion abordée. Il a permis de concevoir des outils de formation et d'accompagnement tels que : une carte conceptuelle des contenus, des concepts à construire, des procédures à développer et les tâches qui favorisent des activités mathématiques riches.



Figure 1 – Synthèse de la Progression des Apprentissages

Carte conceptuelle

Une carte conceptuelle des contenus, des concepts à construire, des procédures à développer et les tâches qui favorisent des activités mathématiques riches.

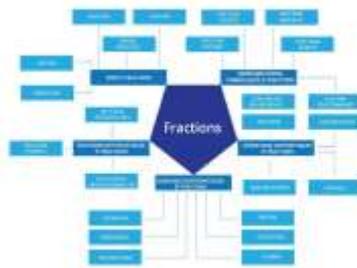


Figure 2 – Carte conceptuelle

Capsule vidéo à visée formative et didactique

La capsule vidéo accompagne les éléments précédents pour assurer une bonne compréhension de la notion. Elle donne les informations nécessaires au niveau didactique, et ce, à partir d'animations, d'une narration et d'explications.

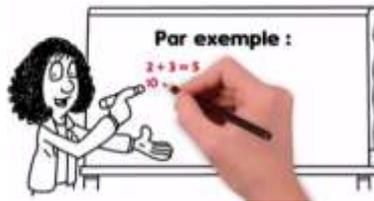


Figure 3 – Image extraite de la capsule vidéo

Illustrations animées en trois dimensions (3D) de concepts et de processus

Chaque illustration animée comprend des exemples de modèles mathématiques (articulés aux différents sens des fractions dans le cas des fractions) en lien avec une intention didactique (activités mathématiques attendues ; aspects du concept visés, ...) bien précise.

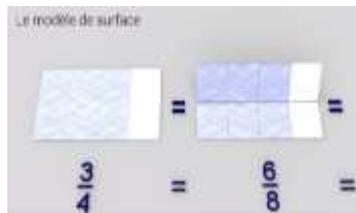


Figure 4 – Illustrations animées en trois dimensions (3D)

Affiche

L'affiche résume les différents contenus et modèles abordés pour la notion et elle permet de donner du sens à cette dernière. Elle permet d'organiser l'enseignement de la notion et d'en donner une représentation quant aux différentes dimensions mathématiques et didactiques de la notion. Ce travail s'appuie sur les savoirs théoriques et didactiques. Cette stratégie sera reprise dans la conception des capsules. Les relations sont indiquées au moyen de mots, d'images, d'objets, etc.



Figure 5 Affiche

Illustrations des concepts et procédures et liens avec la capsule et la carte conceptuelle

Au Québec, l'analyse de certaines ressources qui sont approuvées par le ministère mettent en évidence des lacunes. Leur approbation ne repose vraiment pas sur des savoirs didactiques (les différents sens des fractions,...) et mathématiques (la propriété d'équivalence, les relations d'ordre)³ issues de la recherche (Lebrun, Bédard, Hasni et Grenon, 2006). Par ailleurs, dans son rapport de 2005 et de 2006, le Conseil supérieur de l'éducation au Québec (CSÉ) recommande un accompagnement des enseignants en ce qui concerne les nouvelles ressources et celles issues des recherches (CSÉ, 2005, 2006). Dans la perspective de rapprochement et d'une articulation entre la recherche et la pratique, en d'autres termes le fait que les savoirs de recherche doivent nourrir la pratique, les rapports du CSÉ soulignent, entre autres, que la disponibilité des résultats de la recherche (ou des ressources qui en découlent) n'est pas suffisante pour insuffler des changements dans les pratiques. Il faut un accompagnement des utilisateurs de ces résultats et ressources en les amenant à réfléchir sur leur usage dans leurs pratiques (CSÉ, 2005; 2006). Les ressources que nous développons mettent explicitement en évidence des savoirs didactiques et mathématiques à la disposition des enseignants, ce qui concourt à la compréhension des concepts. Leur intégration représente une occasion d'enrichir et de construire du sens face au concept à l'étude (sens et algorithme). C'est dans ce contexte que s'inscrivent la conception et l'usage des ressources développées dans le cadre du projet.

IV. CADRE DE RÉFÉRENCE

Le cadre de référence de notre projet articule deux cadres qui se complètent. Il s'agit de la genèse documentaire du didactique (Gueudet et Trouche, 2010). Ce cadre supporte le contexte de conception des ressources, mais aussi la façon dont les artefacts et instruments contribuent à re(s)sourcer l'enseignant. Quant à la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1991), elle permet de mettre au cœur des ressources le travail sur le sens dans l'enseignement et l'apprentissage des concepts. En effet, pour étudier le travail de l'enseignant, l'approche documentaire du didactique fait recours au travail de l'enseignant en mettant au centre les ressources. Adler (2010) considère la ressource comme un objet qui vient re(s)sourcer le travail de l'enseignant (Pepin et al. 2013). Une ressource ou une nouvelle ressource perturbe (positivement ou négativement) la routine du sujet, mais participe au développement professionnel de ce dernier. Ainsi, l'intégration d'une ressource dans la pratique de l'enseignant nécessite la construction de schèmes d'usage. Étudier les apports du recours aux ressources dans les pratiques des enseignants et sur l'apprentissage des élèves interpelle les la théorie des champs conceptuels, dans la mesure où nos ressources positionnent le travail sur le sens des concepts lors de leur intégration dans l'enseignement et l'apprentissage.

Selon Vergnaud, un concept se construit par l'élève, à travers une variété de situations utilisées qui lui sont proposées : « ce sont les situations qui donnent sens au concept, mais le sens n'est pas dans les situations elles-mêmes » (Vergnaud, 1991, p. 158). Le sens qui se construit est « une relation du sujet aux situations et aux signifiants » (Vergnaud, 1991, p. 158). Pour modéliser ce qu'est un concept, Vergnaud (1991), positionne trois ensembles : 1) les situations qui donnent du sens au concept (la référence); 2) les invariants opératoires sur lesquels reposent l'opérationnalité des schèmes (le signifié) et 3) les formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les situations et les procédures de traitement (le signifiant). Le sens qui se construit est le rapport du signifié au signifiant et aux types de situations. Les ressources développées (synthèse de la PDA, carte conceptuelle, activités, etc..) font appel à ce type de rapport en misant sur la place

³ La référence à ces savoirs dans ce texte ne signifie pas qu'il n'existe que deux types de savoir : soit exclusivement mathématique, soit exclusivement didactique.

du formateur et de l'enseignant par l'entremise de l'interface technologique qui joue un rôle de médiation.

V. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie repose sur l'analyse des pratiques issue de la double approche ergonomique et didactique (Robert, 2008; Robert et al., 2002; Roditi, 2008). La double approche didactique et ergonomique articule les théories en didactique des mathématiques et la théorie de l'activité. Elles prennent en compte les activités en classe, mais aussi les contraintes du métier d'enseignant qui sont davantage prises en considération dans les composantes des pratiques développées par Robert (2008). Il s'agit des composantes cognitive et méditative qui sont en lien avec les activités possibles des élèves en classe. Elle met aussi en évidence les composantes du côté du métier permettant de déterminer d'autres pratiques, soit: la composante personnelle à la pratique de l'enseignant, la composante institutionnelle qui renvoie aux situations professionnelles permettant à l'enseignant de choisir les activités à réaliser et la composante sociale qui concerne l'environnement dans lequel les enseignants interviennent.

La démarche de réalisation s'articule autour de trois phases distinctes, les phases préactive, interactive et postactive (Cloes et al., 1991) de l'action pédagogique au cours desquelles tout formateur ou enseignant est amené à prendre diverses décisions, à établir différents choix auxquelles nous avons ajouté la phase anté et la phase réflexive. Ces phases sont structurées par les contenus mathématiques qui sont à l'œuvre dans les activités de classe et les composantes des pratiques (Robert, 2008). Elles renseignent aussi sur le processus de développement des ressources (Tableau 1).

	Phase anté : Anticipation sur l'organisation de l'enseignement : choix didactiques. Rencontre pour analyser les éléments à prendre en compte dans l'environnement des ressources		
	Phase préactive	Phase interactive	Phase postactive
Analyse	Analyse mathématique et didactique des ressources et des	Observation, analyse et opérationnalisation des ressources	Analyses après la conception
Contenus observés	Organisation de l'enseignement, interventions, choix, principes sous-jacents, Planification	Tâches à proposer : enseignants face aux ressources Gestions possibles de la réalisation des ressources	Écart entre ce qui a été planifié et ce qui a été fait
	Phase réflexive : Recueil des difficultés et peaufinement des analyses.		

Tableau 1 – Démarche de réalisation

1. Justification des cadres et leur articulation

Les deux cadres théoriques (la genèse documentaire du didactique (Gueudet et Trouche, 2010) et la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1991) s'opérationnalisent à deux niveaux. Il s'agit d'une part de la démarche entreprise depuis la gestation de l'idée de produire des ressources jusqu'à la conception des ressources et, d'autre part, de l'élaboration des diverses activités qui structurent la mise en place des contenus qui organisent les ressources. En ce sens, le point de départ est la recherche de supports qui viennent « re(s)sourcer le travail » (Pepin et al. 2013) des enseignants et des formateurs, en mettant explicitement en avant les contenus mathématiques et didactiques. Cette démarche s'est appuyée sur une méthodologie précise. Elle a été sous-tendue par la volonté de re(s)sourcement des concepteurs et des analyses qui ont fait appel à la théorie des champs conceptuels. Le deuxième niveau est celui des utilisateurs lorsque nous mettons les ressources (finies ou en cours de développement) à leur disposition afin que celles-ci les

« re(s)sourcent » dans leurs pratiques. Tout en nous appuyant sur la démarche qui structure l'action pédagogique (Cloes et al., 1991) articulée à la phase anté et à la phase réflexive, le cadre de la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2008) s'opérationnalise elle aussi à deux niveaux. Le premier niveau est celui de la méthodologie en lien avec la conception et le deuxième niveau, lorsque nous expérimenterons pour étudier l'impact de l'intégration des ressources en formation initiale sur l'apprentissage des élèves et les pratiques des enseignants et des formateurs : mais pour quelle formation, quel enseignement et quels apprentissages ?

2. *Processus du développement des ressources : description des phases*

La phase anté a eu pour objectif de cerner la problématique de la conception des ressources pour les enseignants et d'identifier des concepts, mais aussi de se documenter sur l'enseignement et l'apprentissage des concepts ainsi que les choix didactiques qui les accompagnent « à partir d'études historiques, épistémologiques et didactiques, afin de travailler à partir des spécificités des concepts étudiés (signifiant et signifié), de décrire la conceptualisation visée ainsi que le processus qui le permet et de dégager les variables qui serviront de référence aux analyses de tâches (Robert, 2008). Cette phase, qui a consisté en des rencontres entre concepteurs, a permis d'analyser les concepts en identifiant les classes de situations qui permettent de travailler les concepts. Cette analyse conceptuelle a permis de dégager les éléments importants à considérer dans l'apprentissage et l'enseignement des concepts au regard du PFEQ (synthèse de la PDA). De plus, les analyses conceptuelles menées ont permis la conception de cartes conceptuelles⁴. Par exemple, dans le cas des fractions, il s'agissait de positionner les différents sens d'une fraction, les modèles qui permettent de les illustrer et les activités importantes auxquelles il faut faire référence pour les étudier. Il s'agit entre autres de la nécessité de mettre le sens au cœur de l'enseignement et de l'apprentissage en mathématiques et d'analyser la façon dont l'interface sera configurée et comment ces ressources pourraient intégrer la pratique des enseignants et des formateurs (Robert, 2008; Roditi, 2008). Cette phase a ainsi permis d'analyser et d'anticiper des contenus qui seront mis en évidence dans *les phases préactive, interactive et postactive* lors de la conception des ressources et l'interface qui servira à opérationnaliser ces contenus. La recherche de l'interface a occupé une place importante dans cette phase dans la mesure où l'intégration de la dimension numérique est un des objectifs de la conception des ressources. Comment utiliser le support numérique pour créer des ressources qui articulent les dimensions mathématiques, conceptuelles et didactiques pour des enseignants et des formateurs?

La phase préactive comporte deux volets. Le premier volet a servi à planifier le travail à faire. De manière plus spécifique, il a permis de faire des analyses mathématique et didactique, de planifier les étapes de réalisation et d'identifier les conditions favorables pour la réalisation des activités pouvant faire émerger le recours aux ressources. Le deuxième volet a consisté en des rencontres avec les collaborateurs afin de mettre en évidence la structure possible des ressources en procédant à l'écriture de scénarios et le choix de matériel de

⁴ Dans Tcheuffa Nziatcheu (2018) : « La carte conceptuelle, c'est une représentation graphique d'un domaine de connaissance tel que perçu par un ou plusieurs individus, et qui établit des liens entre différents concepts évoqués par son ou ses auteurs (Laflamme, 2006, p. 8). La carte conceptuelle est un outil efficace pour apprendre à tous les niveaux scolaires ou professionnels et elle aide à apprendre comment apprendre (Novak et Gowin, 1984 ; Novak, 2002). La carte conceptuelle peut fonctionner comme un artefact à travers lequel des apprenants démontrent une compréhension progressive d'un réseau de concepts et développent leurs connaissances par collaboration et coopération (Novak, 2010, 1998) »

manipulations (voir capsule didactique). Elle a aussi porté sur les contenus traités, leur organisation, les buts poursuivis sur le plan des savoirs et des compétences en mathématiques, les approches utilisées, les tâches demandées aux élèves (synthèse de la PDA et carte conceptuelle). Cette phase a permis la réalisation d'une première version des ressources.

La phase interactive a permis d'observer et d'analyser les ressources. Elle a permis de rendre explicite la façon dont pourrait s'opérationnaliser les ressources dans la planification des enseignants et des formateurs et comment les ressources sont mises en scène d'un point de vue didactique, d'explicitier les difficultés et celles qui semblent engendrer dans la pratique de classe. Elle a permis d'avoir aussi les points de vue d'enseignants et de formateurs sur comment les ressources développées peuvent être intégrées dans les pratiques des enseignants. *La phase postactive* a été utile pour analyser les commentaires des enseignants et des formateurs sur les ressources, les choix effectués, l'écart entre ce qui a été planifié et ce qui a été rapporté sur les ressources. Elle a permis de prévoir les adaptations possibles à effectuer. Elle a aussi fourni des informations en vue d'affiner notre approche et des informations issues des phases préactive et interactive. La phase réflexive a servi pour faire le point sur la recherche et sur le travail effectué par des entrevues. Elle a eu pour objectif de recueillir les difficultés rencontrées par les enseignants dans l'usage des ressources ainsi que la pertinence des ressources au regard des concepts enseignés selon leur point de vue. Ce travail servira à mettre en place une stratégie de diffusion de notre travail et à bonifier notre pratique future. Ces entrevues ont alimenté nos analyses.

Les différentes phases ont permis la mise en place d'une recherche et ont fourni de précieuses informations pour analyser les activités (mathématiques, professionnelles) induites, c'est-à-dire celles provoquées lors de la conception de ressources.

VI. RETOMBÉES

Le projet met en place des ressources didactiques originales et novatrices appuyées par des savoirs didactiques théoriques avec un processus original qui vise l'étude de l'impact de l'intégration d'une innovation dans la pratique des enseignants. L'originalité et la dimension innovante du processus se justifient selon trois aspects. Elles articulent le développement des ressources; l'intégration des ressources; le développement professionnel. Les ressources mettent explicitement en évidence pour les enseignants des savoirs mathématiques et didactiques en les articulant dans une perspective d'amélioration de leur pratique. De même, la conception, l'approche et la démarche reposent sur des cadres théoriques et méthodologiques éprouvés en recherche en didactique des mathématiques. Les ressources didactiques comportent des capsules vidéo, des affiches et font un lien original avec la PDA sur la base d'analyses mathématiques et didactiques. Dans la perspective de transfert des connaissances, le processus de leur développement prend appui sur des concepts et savoirs didactiques théoriques pour outiller le milieu de pratique. L'étude de l'impact de ces nouvelles ressources relève d'un besoin d'articulation des savoirs de la recherche et de la pratique, mais aussi de formation et d'accompagnement qui vise à ce que les enseignants interviennent mieux auprès des élèves. Le contexte de l'étude avec les enseignants met en évidence un besoin en vue d'un développement professionnel qui s'explique par un partenariat. Il en découle la volonté d'étudier l'impact des ressources à la suite de formations mettant au centre ces ressources dans l'accompagnement des enseignants. Un projet de recherche (subvention de recherche obtenue) permettra d'étudier l'usage des ressources développées dans la pratique des enseignants et des formateurs. Les résultats de cette recherche contribueront à positionner les conditions de diffusion de ces ressources auprès des formés ou des enseignants qui bénéficient de ces ressources. Le projet permettra de bonifier

les autres capsules en construction. Cette recherche permettra d'explicitier l'usage des ressources dans le cadre de la formation d'enseignant ou de celui qui est visé si les ressources sont mises en ligne pour les enseignants. Un accompagnement sur l'usage de ressources est prévu et des orientations de nature didactique sont suggérées (matériel manipulable, fiche pédagogique, lectures d'apports didactiques). La recherche sera l'occasion pour étudier et analyser le regard et l'appréciation des ressources par les utilisateurs et comment ils les ont intégrées dans leur pratique, en substitution du reste ou en croisant plusieurs ressources.

VII. CONCLUSION

Dans notre contribution, nous explicitons les hypothèses et notre démarche sur la construction des ressources et en donnons une description. Les ressources permettent un travail sur le sens des concepts évitant de donner aux élèves et aux étudiants en formation des trucs mathématiques (Adihou et Marchand, 2014). La description et les analyses nous amènent à répondre aux questions que nous nous sommes posées (quelle formation, quel enseignement et quels apprentissages) soit implicitement, soit explicitement à cette étape de notre travail. Ainsi, une ressource pertinente serait une ressource qui intègre une approche conceptuelle des apprentissages, des apports mathématiques et didactiques. Le tout serait une ressource qui s'appuie sur ce que nous connaissons sur les pratiques effectives. La portée et l'impact d'une ressource dépend de la façon dont elle est utilisée. En ce sens, l'exploitation de la ressource est tributaire de la formation de ceux qui les exploitent. Pour une utilisation efficace des ressources développées, la formation mathématique et didactique serait d'une grande utilité pour re(s)sourcer le travail de l'enseignant (Pepin et al. 2013). Nous avons positionné ainsi des cadres qui donnent sens et qui justifient la conception de ces ressources. Le cadre théorique a permis de nous insérer dans une démarche pour concevoir les ressources et élaborer les activités qui structurent la mise en place des contenus qui organisent les ressources dont il est question. Quant au cadre méthodologique, il a permis une démarche de conception. Il interviendra lorsque nous étudierons l'impact de l'usage des ressources.

RÉFÉRENCES

- Adihou, A. & Marchand, P. (2014) Les trucs mathématiques en classe de mathématiques : quand et pourquoi? *Math-École*, 221, 35-40.
- Adihou, A., Marchand, P. Koudogbo, J. & Leroux, A.-J. (2017) Formation à l'enseignement des mathématiques au baccalauréat en adaptation scolaire et sociale à l'Université de Sherbrooke : Enjeux, actions et perspectives. In ARPEME, *Actes du 43ème colloque de la COPIRELEM : Enseignement des mathématiques et formation des maîtres aujourd'hui : quelles orientations, quels enjeux ?* (pp. 306-328). Puy-en-Velay : France.
- Adler, J. (2010) La conceptualisation des ressources, apports pour la formation des professeurs de mathématiques. In G. Gueudet & L. Trouche (Éd.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 57-74). Rennes: Presses universitaires de Rennes.
- Aldon, G. (2015) Technology and Education: Frameworks to Think Mathematics Education in the Twenty-First Century. In U. Gellert, J. Gimenez, C. Hahn & S. Kafoussi (Eds) *Educational path to mathematics: a CIEAEM sourcebook* (pp. 365-381). Springer Berlin, Heidelberg.
- Cloes, M., Zabus, A. & Piéron, M. (1991) Analyse de stratégies pédagogiques de l'enseignement des activités physiques: Influence des décisions pré-actives de l'enseignant dans l'émission de réactions à la prestation. In Ph. Jonnaert (Éd.). *Les didactiques, similitudes et spécificités* (pp.195-207) Bruxelles : Plantyn.

- Dias, T. (2012) *Expérimenter et manipuler en mathématiques. Comprendre les difficultés des élèves pour mieux les résoudre*. Paris : Editions Magnard.
- Giroux, J. (2015) Difficultés des élèves en mathématiques au primaire : Les apports de la didactique. *Math-École* 224, p. 4-7.
- Gueudet, G. & Trouche, L. (2010) Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. In G. Gueudet & L. Trouche (Éd.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 57-74). Rennes: Presses universitaires de Rennes.
- Laflamme, A. (2006) Carte conceptuelle : un outil pour soutenir l'acquisition des connaissances. BENA, Montréal : Université de Montréal.
- Lagrange J.B, Artigue M., Laborde C. & Trouche L. (2003) Technology and Mathematics Education: A Multidimensional Study of the Evolution of Research and Innovation, In A.J. Bishop, M.A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick and F.S. Leung (Éd.) *Second International Handbook of Research in Mathematics Education*, (pp. 239-271), Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Mercier, P. & DeBlois, L. (2004) Passage primaire-secondaire dans l'enseignement et l'apprentissage des fractions. *Envol* 127, 17-24.
- Novak, J.-D. (2010) Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Routledge.
- Novak, J.-D. (2002) Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (LIPHs) leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86 (4), 548-571.
- Novak, J.-D. (1998) *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J.-D. & Gowin, D.-B. (1984) *Learning How to Learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Pepin, B., Gueudet, G. & Trouche, L. (2013) Re-sourcing teacher work and interaction: new perspectives on resource design, use and teacher collaboration. *ZDM*, 45 (7), pp. 929-943.
- Proulx, J. (2010) Reconnecter les futurs enseignants avec les mathématiques du secondaire: travailler autour de conceptualisations riches en «faisant» des mathématiques. In J. Proulx & L. Gattuso (Éd.), *Formation des enseignants en mathématiques: tendances et perspectives actuelles* (pp. 129-152). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Robert, A. (2008) La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In F. Vanderbrouck (Éd.), *La classe de mathématiques: activités des élèves et pratiques enseignants* (pp. 59-68). Toulouse: Éditions Octares.
- Robert, A., & 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 des technologies*. 2(4), 505-528.
- Roditi, E. (2008) Des pratiques enseignantes à la fois contraintes et personnelles, et pourtant cohérentes. In F. Vanderbrouck (Éd.), *La classe de mathématiques: activités des élèves et pratiques enseignants* (pp. 73- 93). Toulouse: Éditions Octares.
- Rosar, D., Van Nieuwenhoven, C. & Jonnaert, Ph. (2001) Les fractions, comment mieux comprendre les difficultés rencontrées par les élèves. *Instantanés mathématiques*, 32(2), 4-16.
- Sayac, N. (2012) Former à enseigner les mathématiques dans le primaire : Quelles pratiques pour quelle formation? In J.-L. Dorier & S. Coutat (Éd.), *Actes du colloque EMF 2012, Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21^e siècle*, (pp. 173-183). Genève : Université de Genève.

- Squalli, H. (2012) Quelle articulation entre formation mathématique et formation à l'enseignement des mathématiques? Essai d'analyse et point de vue d'un didacticien des mathématiques. In J. Proulx, C. Corriveau & H. Squalli (Éd.), *Formation mathématique des enseignants de mathématiques: pratiques, orientation et recherches* (pp. 143-157). Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Tcheuffa Nziatcheu, J (2018) De l'analyse conceptuelle a la réalisation d'une carte conceptuelle : un dispositif de formation pour les futurs enseignants du primaire en mathématiques. *Math-École (RMé)*, 229, 31-38.
- Trgalová, J., Aldon, G., Gueudet, G. & Matheron, Y. (2008) *Ressources pour l'enseignement des mathématiques: conception, usage, partage*. Actes des journées mathématiques de l'INRP. INRP, Lyon, 13 et 14 juin 2007. Lyon : France
- Vergnaud, G. (1991) La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10(2-3), 133-170.