

QUAND DES DIDACTICIENS DE MATHÉMATIQUES FRANÇAIS DISCUTENT DES THÉORIES AVEC DES CHERCHEURS BRITANNIQUES ET EUROPÉENS

Maha ABBOUD (coord.)

Université de Cergy Pontoise, LDAR

maha.abboud-blanchard@u-cergy.fr

Alf COLES

University of Bristol, School of Education

alf.coles@bris.ac.uk

Aurélié CHESNAIS

Université de Montpellier, Lirdef

aurelie.chesnais@umontpellier.fr

Julie HOROKS

Université Paris Est Creteil, LDAR

jhoroks@gmail.com

Barbara JAWORSKI

University of Loughborough

b.jaworski@lboro.ac.uk

Christine MANGIANTE-ORSOLA

ESPE Lille Nord de France, LML

christine.mangiante@espe-lnf.fr

Marie-Jeanne PERRIN-GLORIAN

LDAR

marie-jeanne.perrin@univ-paris-diderot.fr

Heidi STRØMSKAG

Norwegian University of Science and Technology

heidi.stromskag@ntnu.no

Aline ROBERT

LDAR

robertaline.robertaline@orange.fr

Janine ROGALSKI

LDAR

rogalski.muret@gmail.com

Résumé

Ce texte est constitué de quatre parties correspondant à trois communications et une table ronde. Nous avons choisi de présenter ces contributions en un seul texte étant donné qu'elles rendent compte des travaux et des résultats d'un même projet Franco-Britannique qui s'est déroulé sur quatre années. Chaque partie est rédigée par un groupe d'auteurs et formée de deux à quatre pages qui résument l'article correspondant déjà publié dans le numéro spécial 2018 de la revue *Annales de didactique et des Sciences cognitives*. Ce numéro regroupe l'ensemble des travaux réalisés pendant le projet Franco-Britannique, le lecteur peut s'y référer pour plus de détails.

Mots clés Pratiques des enseignants, formation, théories, didactique, mathematics education

I. LE RÔLE DES THÉORIES DANS L'ANALYSE DES PRATIQUES ENSEIGNANTES ET DES PRATIQUES DE FORMATION : UN PROJET DE COLLABORATION FRANCO-BRITANNIQUE (ABBOUD ET COLES)

1. Introduction

Des rencontres répétées au cours de colloques internationaux, des échanges à l'occasion de rédaction d'ouvrages, des correspondances, certaines affinités scientifiques... ont créé petit à petit une envie de travailler ensemble. Des didacticiens de mathématiques et des chercheurs européens en *mathematics education* (de nationalités britannique, française, norvégienne et grecque) ont voulu alors transformer cette envie en une réelle dynamique de collaboration. À l'initiative de membres du Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR), une première rencontre a eu lieu à Paris en janvier 2014 d'une vingtaine de chercheurs, dont dix français. Un projet de collaboration a vu ainsi le jour et s'est développé pendant quatre ans avec au cœur du travail le rôle des théories dans les recherches menées par les participants. Le fruit de cette collaboration fut la publication d'un numéro spécial dans les *Annales de didactique et de sciences cognitives* (Abboud & Coles (eds), 2018).

Dans cette première partie, nous exposons brièvement les thèmes discutés et travaillés au cours du projet et rendons compte également de la dynamique propre à un travail conjoint de chercheurs venant de traditions diverses de recherche et de contextes culturels et institutionnels variés. Afin d'illustrer les éléments qui ont, ou non, rendu cette collaboration raisonnée, utile et qui ouvrent des perspectives pour d'autres types de collaboration, nous utilisons le concept d'objet-frontière (*boundary object*) défini par Star et Griesemer (1989).

2. Dynamique de collaboration

La thématique générale fut définie dès l'émergence du projet comme étant celle de discuter et de comparer les cadres théoriques utilisés pour l'étude des pratiques enseignantes et de la formation des enseignants de mathématiques. Nous ne voulions pas nous contenter d'exposer nos travaux et nos idées les uns aux autres, mais plutôt construire un espace de travail dans lequel des idées peuvent être partagées et où d'autres peuvent émerger. Trois dimensions de travail étaient alors en jeu. La première est centrée sur les théories, permettant ainsi aux

participants de mutualiser leurs cadres et de discuter leurs perspectives théoriques. La deuxième correspond à l'objectif principal de nos recherches respectives : l'étude des pratiques d'enseignement. Enfin, la troisième dimension est celle de l'intérêt que nous portons à l'étude du développement professionnel des enseignants et à l'impact de nos approches théoriques sur la formation des enseignants.

Nous avons dès le début conscience de l'existence dans les approches franco-anglaises de domaines d'intérêt commun, mais avec peu de connaissances mutuelles suffisamment approfondies des détails de ces approches. Il a fallu d'abord trouver des « façons » de travailler ensemble, et, ensuite, de délimiter les questions de recherche et de préciser les données qui permettraient à nos « conversations » de prendre corps. Le travail conjoint a ensuite évolué vers la constitution de petits groupes autour de thématiques ou d'approches spécifiques. Le travail de ces petits groupes a donné lieu à son tour à des écrits communs dont l'aboutissement est le numéro spécial de la revue *Annales de didactique et des Sciences cognitives* (ADSC) avec les différents articles qui le composent.

3. Des « objets frontières » qui permettent de communiquer et d'avancer ensemble

Nous constatons a posteriori que la volonté de travailler sur des thématiques communes s'est transformée graduellement en un travail sur des objets communs supports de la co-construction d'analyses comparatives. Ces objets peuvent être qualifiés d'objets-frontière. En effet, Star & Grieseman (1989) les définissent comme étant des objets qui permettent la communication entre des groupes sociaux et facilitent la confrontation de points de vue ou la résolution des conflits de manière créative. Ces objets sont « à la fois suffisamment flexibles, pour s'adapter aux contraintes et besoins locaux des différents groupes qui les utilisent, et assez robustes, pour maintenir une identité commune au-delà des spécificités de chacun » (p. 393). En reprenant cette citation à notre compte dans le contexte du travail des groupes de notre projet, les objets-frontière peuvent, par exemple, être analysés dans différentes traditions de recherche, mais malgré cela garder un sens et une identité commune à travers ces analyses.

Une des difficultés de communication entre des groupes sociaux, ou dans le cas de notre travail de chercheurs issus de différentes traditions est que les objets utilisés de façon routinière sont « naturalisés » (Bowker & Star, 1999). Autrement dit, certains termes et concepts sont utilisés si couramment dans une tradition de recherche que leur signification est considérée comme allant de soi. De plus, dans un même domaine de recherche (la didactique des mathématiques) certains de ces termes sont utilisés pour des idées « naturalisées » différentes. Un objet-frontière est celui qui n'est naturalisé dans aucun groupe, mais qui émerge lorsque des mondes sociaux, dans notre cas des traditions de recherche, se croisent. Le statut de ces objets n'est pas nécessairement fixé définitivement puisqu'un objet-frontière peut évoluer pour devenir naturalisé dans les deux traditions et perdre ainsi son statut d'objet-frontière.

Par exemple, l'expression « *teachers' professional learning* » a souvent été employée dans les discussions des groupes sans qu'aucune théorisation correspondante ne soit mentionnée. De plus, un regard sur l'ensemble des textes produits laisse voir que certains termes sont utilisés régulièrement dans une acception commune, sans pour autant que cette acception soit clairement explicitée. On observe ainsi, qu'il existe, sans que cela soit clairement mentionné, une conception constructiviste de l'apprentissage des élèves dans toutes les études présentées ; peut-être s'agissait-il ici d'une hypothèse « naturalisée » pour la plupart des collègues des deux traditions anglaise et française.

Nous pouvons aussi considérer ce propos sous l'angle de la théorie de l'activité -qui constitue un cadre de référence pour plusieurs des textes produits- qui offre d'autres possibilités de conceptualiser la notion d'objet-frontière. En effet, la théorie de l'activité de troisième

génération (Engeström, 2001) fournit un cadre d'analyse de l'interaction de deux systèmes d'activité connexes, chacun avec ses propres communautés, règles, division du travail, outils, sujets et objets. Chacun de ces systèmes (par exemple un club vidéo anglais pour enseignants de mathématiques) développe ses propres objets qui font tout simplement partie de la situation (par exemple, un enseignant faisant des commentaires sur un enregistrement vidéo d'un cours de mathématiques). Collectivement, ces objets deviennent significatifs au sein du système d'activité (par exemple, le commentaire de l'enseignant peut être catégorisé par la communauté, explicitement, en tant qu'évaluation ou interprétation et non comme simple observation). Lorsque les systèmes d'activité se rejoignent (par exemple, notre collaboration Franco-Britannique), il est possible que des objets soient « construits conjointement » (Engeström, 2001, p.136). Cette construction conjointe peut être considérée comme le développement d'un objet-frontière, significatif, mais différent, dans les deux systèmes d'activité (nous permettant par exemple de devenir sensibles aux cadres théoriques de chacun).

4. En conclusion...

Ce travail collaboratif qui s'est installé dans la durée, nous rend conscients de l'existence de différences significatives dans nos approches de l'enseignement, l'apprentissage et la recherche en didactique, ainsi que des ressemblances évidentes dans nos questions de recherche et nos centres d'intérêt. Les trois parties qui suivent dans cet article en donnent un aperçu.

Nous invitons le lecteur à se rapporter au numéro spécial de ADSC pour accéder aux détails de nos travaux, de nos hésitations et de nos compromis et ainsi avoir une vue unique sur la rencontre de deux traditions et le foisonnement d'idées qui peut en résulter.

II. LE ROLE DU FORMATEUR, PLACE DE LA THEORIE : UNE COMPARAISON DE SEANCES DE FORMATION UTILISANT LA VIDEO EN FRANCE ET EN ANGLETERRE (COLES, CHESNAIS ET HOROKS)

Nous –A. Coles, A. Chesnais et J. Horoks- comparons des pratiques effectives d'utilisation de la vidéo en formation d'enseignants du 1^{er} et 2nd degré, pour l'enseignement des mathématiques. Au-delà des différences culturelles, nous nous interrogeons sur le rôle joué par la théorie dans ces approches. En comparant nos pratiques, nous nous demandons ce qui guide l'organisation de la formation et l'action du formateur pendant ces séances utilisant des vidéos. Nous mettons en lumière les similarités et les différences dans nos pratiques, que nous analysons à travers l'idée de « théories du formateur », explicites ou non, transmises ou non aux enseignants formés.

1. Comparer nos différences pour mieux appréhender nos pratiques de formateur

Notre positionnement

Pour cette présentation, nous nous positionnons en tant que formateurs d'enseignants, étant par ailleurs aussi des chercheurs travaillant sur les pratiques des enseignants. Nous questionnons la

façon dont nous (formateurs) planifions et organisons une séance de formation à l'enseignement à l'aide d'une vidéo, compte tenu des outils théoriques que nous (chercheurs) utilisons pour analyser les pratiques enseignantes et la formation. Nous voulons ainsi rendre explicites les liens entre les théories que nous adoptons, en tant que chercheurs sur les pratiques des enseignants, et nos pratiques en tant que formateurs d'enseignants. Quels éléments de ces théories mettons-nous en œuvre pour la formation des enseignants (programme, séances, évaluation, etc.) ? Quels éléments voulons-nous transmettre aux enseignants ? Avec quelle transposition ?

Différents contextes de formation

Nous nous intéressons ici à deux exemples pour illustrer notre propos :

- l'exemple anglais premier concerne une formation initiale et continue d'enseignants du 1^{er} degré au Royaume Uni, dans le cadre d'un « club vidéo » de huit professeurs volontaires pour travailler sur des problèmes qu'ils avaient identifiés dans leur pratique ;
- l'exemple français (qui est double) porte sur des formations initiales en Ecole Supérieure du Professorat et de l'Éducation (ESPE) en France, pour l'enseignement secondaire dans le cadre de suivi de stage ou pour l'enseignement primaire dans le cadre de l'initiation à la recherche.

Différents fondements théoriques

Dans le chapitre 5 du numéro spécial des ADSC, nous avons développé les éléments théoriques que nous adoptons en tant que chercheurs : l'Enactivisme (Brown & Cole, 2011) d'une part, et la Double Approche (Robert & Rogalski, 2002) d'autre part. Nous ne revenons pas sur le détail de ces théories ici.

2. Différents usages de la vidéo

L'exemple anglais

La vidéo sélectionnée par le formateur ou par les enseignants dure 3 à 4 minutes.. Après son visionnage, le formateur demande aux enseignants participants de « reconstruire » ce qui s'est passé, et intervient pour établir la distinction entre l'observation et le jugement. Puis, après un éventuel nouveau visionnage, le groupe passe à l'analyse et à l'identification de stratégies d'enseignement.

Les actions du formateur sont ici guidées par le fait qu'il croit que la discussion ne peut être productive que si on s'éloigne des habitudes des enseignants pour regarder la classe. D'un point de vue « enactiviste », la discussion des enseignants est poussée vers le détail des événements de la vidéo, de sorte qu'il y ait alors la possibilité d'identifier et d'étiqueter de nouvelles catégories de pratiques. Il est important pour le formateur que les enseignants distinguent l'observation du jugement et de l'interprétation.

Les exemples français

Dans les deux exemples qui suivent, la sélection de la vidéo repose sur le choix de la tâche mathématique qui est proposée aux élèves. Dans le premier exemple, pour les enseignants du second degré, la formatrice travaille avec les vidéos de deux enseignants différents, proposant une même tâche. Les enseignants stagiaires doivent d'abord réaliser une analyse a priori de la tâche (pour identifier les activités que les élèves pourraient développer), avec des outils adaptés de la recherche en didactique. Ils analysent les contenus visés en anticipant en particulier les réponses possibles des élèves, les connaissances mathématiques à mobiliser (en rapport avec le

curriculum) et les adaptations nécessaires de ces connaissances, pour résoudre la tâche. Le visionnage des deux vidéos et la discussion qui s'ensuit, doivent permettre d'identifier des écarts entre l'analyse a priori et a posteriori, et des différences dans les pratiques des deux enseignants, en particulier en ce qui concerne les initiatives laissées aux élèves dans la recherche de la tâche, et la façon de structurer les connaissances en jeu. La discussion doit permettre d'envisager des alternatives aux pratiques observées, tout en tenant compte de ce qui peut ou non être possible pour un enseignant donné dans une classe donnée.

Dans le second exemple, en module de formation par la recherche dans le premier degré, les modalités de travail sont les mêmes, mais la vidéo est utilisée pour discuter des questions de recherche, en analysant les données (tâche, vidéo) à l'aide d'outils théoriques. Nous faisons l'hypothèse que ces outils ne sont pas seulement utiles pour la recherche, mais qu'ils peuvent aussi être transférés à la planification et à la réflexion sur l'enseignement.

L'objectif des formatrices est ici d'enrichir les pratiques des enseignants en partant des pratiques (presque) déjà là et en s'appuyant aussi sur le collectif. Leurs hypothèses sur un apprentissage se faisant à travers les activités mathématiques des élèves en mathématiques et le discours de l'enseignant, et leurs outils pour analyser cette activité potentielle à travers les tâches (adaptations) guident leurs choix pour ce type de séance. Une grande partie de ces outils sont d'ailleurs proposés aux enseignants en formation : les composantes des pratiques et les résultats de recherche qu'elles ont permis de dégager, et surtout les outils d'analyse a priori des tâches mathématiques, en lien avec le contenu visé.

3. Conclusion sur le rôle des théories

Des différences

Ce qui nous a tout d'abord frappés, est l'importance du contenu mathématique et de l'analyse a priori, très présente dans les exemples français, mais absente du contexte anglais évoqué.

La place des pratiques personnelles (en relation avec ce qui est montré dans la vidéo dans une salle de classe ordinaire) à un point de vue plus général à travers la discussion collective, et de retour aux pratiques personnelles (que nous espérons enrichir), n'est pas la même non plus.

Enfin, l'utilisation explicite avec l'étudiant d'outils théoriques issus de notre champ de recherche (analyse des tâches, pratiques et interprétation, méthodologie d'analyse des vidéos), n'est présente ici que dans le cas français.

Sur le rôle des théories

Le fait de distinguer ici les éléments théoriques du formateur (ses hypothèses et outils pour analyser les pratiques et apprentissages), les éléments de théorie implémentés (pour construire le scénario et les séances de formation) et les éléments théoriques explicitement transmis aux enseignants en formation, nous a permis de comparer et d'expliciter nos pratiques, de les relier à nos hypothèses de chercheurs, et de mieux comprendre le rôle de ces outils pour la formation.

III. LA THEORIE DES SITUATIONS DIDACTIQUES COMME OUTIL POUR COMPRENDRE ET DEVELOPPER DES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT EN MATHEMATIQUES (MANGIANTE-ORSOLA, PERRIN-GLORIAN ET STRØMSKAG)

Notre article (Mangiante-Orsola, Perrin-Glorian & Strømskag, 2018) s'appuie principalement sur la théorie des situations didactiques (TSD), pour analyser des séquences d'enseignement dans des contextes qui diffèrent, par le contenu mathématique, l'objectif de la recherche, la collaboration entre enseignants et chercheurs et les conditions institutionnelles de formation et de recrutement des enseignants. Dans le premier cas, les séances analysées concernent l'enseignement de la multiplication en Norvège, dans un projet de recherche sur l'usage de la langue en mathématiques, dans le cadre de la formation initiale des enseignants. Dans le second cas, il s'agit de produire une ressource pour l'enseignement de la géométrie en France, dans une collaboration entre chercheurs, formateurs de terrain et enseignants. Dans les deux cas, la TSD est utilisée dans le cadre d'une ingénierie didactique dans l'enseignement élémentaire dans la perspective de la formation des enseignants et d'une diffusion dans l'enseignement ordinaire. Dans ce texte, nous ne parlerons pas de la première partie de l'article consacrée à une brève présentation de la TSD (Brousseau, 1998) et de la manière dont elle peut aider les chercheurs à comprendre les pratiques des enseignants, et aider les enseignants ou formateurs à les développer (Hersant & Perrin-Glorian 2005; Margolinas, Coulange & Bessot 2005). Après une rapide présentation des deux contextes en mettant en avant leur comparaison, nous centrons notre présentation sur la troisième partie de l'article qui porte sur la manière dont la TSD peut aider la collaboration entre chercheurs, formateurs et enseignants dans une recherche sur le développement de pratiques professionnelles sur un domaine mathématique précis. Nous concluons sur la complémentarité avec d'autres cadres théoriques, notamment inspirés par la théorie de l'activité.

1. Les deux contextes

Des séances sur la multiplication en Norvège

Le contexte norvégien est une étude de cas tirée d'un projet de recherche de quatre ans dans une école primaire de Trondheim sur l'utilisation et le développement du langage en classe de mathématiques (LaUDiM). L'équipe comprend cinq chercheurs dont une didacticienne des mathématiques (H. Strømskag), et une enseignante, l'étude porte sur l'enseignement de la multiplication dans une classe de 18 élèves (8 ans). La séquence a été élaborée et pré-analysée par l'équipe d'enseignants et chercheurs. Ce travail a été enregistré par vidéo ainsi que la mise en œuvre en classe des deux séances et l'analyse a posteriori par l'équipe. Une réunion de réflexion entre les deux séances a été enregistrée au magnétophone.

La TSD est utilisée pour identifier le potentiel didactique des situations proposées, le milieu prévu et sa gestion par l'enseignante. Deux problèmes étaient proposés aux élèves, le premier relevant d'une addition répétée, le second d'une organisation en lignes et colonnes. Le premier problème visait à l'introduction de la convention d'écriture en Norvège selon laquelle le premier facteur dans un produit signifie le nombre de groupes équivalents et le second facteur signifie la taille des groupes, 12×4 c'est 12 fois 4. Le second problème visait la commutativité

de la multiplication. Dans la réalisation, un conflit s'est produit entre ces deux aspects à propos de 1000 fois 4. La comparaison des analyses a priori et a posteriori révèle des lacunes dans la prévision de ce conflit : l'intention didactique était liée principalement à la situation non commutative (tâche 1) avec des objectifs sémiotiques de représentation par des schémas et des écritures arithmétiques additives et l'introduction de l'écriture multiplicative, en négligeant la situation commutative (tâche 2).

La production d'une ressource sur la géométrie au cycle 3 en France

Le contexte français est un LéA¹ dans lequel collaborent depuis plusieurs années deux chercheurs (C. Mangiante et M.J. Perrin), des formateurs et enseignants afin de réfléchir à l'enseignement de la géométrie auprès d'élèves de 8 à 11 ans et de produire des ressources pour les enseignants. Ce travail prend appui sur une approche de la géométrie développée par une équipe de recherche du Nord de la France (Perrin-Glorian & Godin, 2014) qui vise à prendre en compte la vision naturelle des figures comme surfaces juxtaposées (voire partiellement superposées) et aider les élèves à passer à une vision géométrique des figures comme définies par des relations reliant des lignes et des points. Dans ce but, la ressource propose des problèmes de reproduction de figures sous certaines conditions. Les élèves ont à leur disposition une figure modèle, une amorce de la figure à reproduire et des outils à disposition (des outils géométriques habituels, à l'exception des outils de mesure, mais également des outils non conventionnels, tels que des gabarits). Le choix de la figure, de l'amorce et des outils sont des variables didactiques car les connaissances nécessaires pour réaliser la figure en dépendent fortement.

Un dispositif à deux niveaux permettant la collaboration des chercheurs, formateurs et enseignants a été mis en place : un groupe restreint composé des chercheurs et formateurs est au cœur de l'ingénierie. Un groupe élargi incluant les enseignants, affine la mise en œuvre en classe et produit une première analyse. La production de ressources est un moyen d'élargir la collaboration entre enseignants, formateurs et chercheurs en leur donnant un objectif commun. Dans cette collaboration, même s'ils restent en grande partie implicites pour les formateurs et les enseignants, les concepts de TSD sont opérationnels pour traiter collectivement la question cruciale des liens entre le choix de la situation et les connaissances en jeu. Ils aident les chercheurs et les formateurs à analyser l'interprétation faite par les enseignants des situations élaborées en utilisant la TSD. Les questions qui émergent de l'observation des classes et visent à comprendre l'origine des changements apportés, la gestion du savoir en jeu à travers la situation, amènent des modifications et un enrichissement des situations de façon à ce que des enseignants ordinaires, sans contact avec la recherche, puissent les utiliser plus facilement, ce qui est une perspective importante de la recherche.

Comparaison des deux contextes

Dans les deux cas, les questions de recherche concernent l'enseignement d'un contenu particulier et l'élaboration de situations acceptables par les enseignants pour améliorer leurs pratiques. Dans les deux cas, les questions de recherche comprennent la validité théorique des situations en lien avec les éléments essentiels du savoir visé mais, dans le cas de la géométrie, ils incluent aussi l'étude de l'adaptabilité des situations dans l'enseignement ordinaire, en prenant en compte les contributions des enseignants et la perspective d'évolution de leurs pratiques. Après une première validation dans les classes des enseignants impliqués dans la recherche, l'objectif est de décrire les situations dans une ressource, avec la perspective que les enseignants l'utilisent hors de tout contact avec la recherche. Il s'ensuit que c'est le processus

¹ Lieu d'éducation Associé à l'Institut Français de l'Éducation.

de production de la ressource et non la situation elle-même qui est au centre du dispositif à deux étages visible dans les schémas suivants.

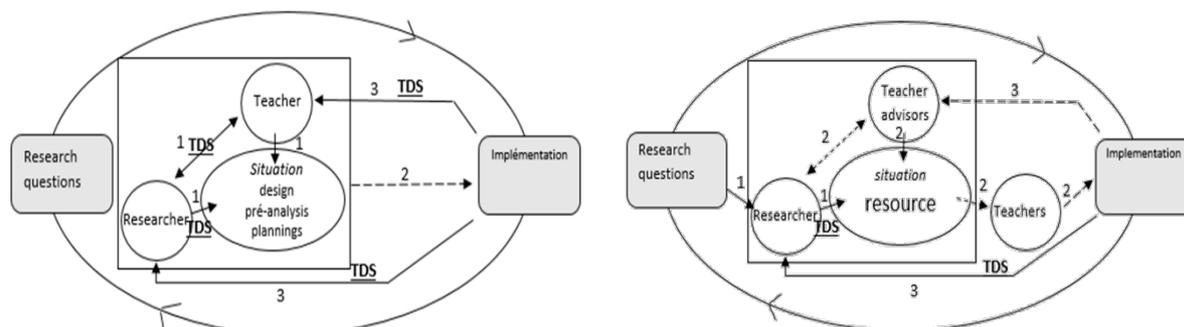


Figure 1 : Utilisation de la TSD et collaboration entre les différents acteurs dans le contexte norvégien (schéma à gauche) et dans le contexte français (schéma à droite)

Dans le contexte de la multiplication, c'est la situation qui est au cœur du processus. En géométrie, c'est la ressource qui est au centre du dispositif. Il y a un travail avec les formateurs dans un groupe restreint inclus dans un groupe élargi à des enseignants.

Les concepts de TSD sont utilisés explicitement avec les professeurs dans le contexte norvégien (flèches 1 et 3), implicitement (flèches 2 et 3 pointillées) dans le contexte français. Cela découle de l'hypothèse que le développement des pratiques des professeurs se fait à travers l'implémentation, l'analyse et l'adaptation d'une situation dont un premier jet émane des chercheurs.

2. Utilisation de la TSD dans les deux contextes

Dans les deux contextes, la TSD a servi aux chercheurs et aux formateurs non seulement pour élaborer les situations d'apprentissage mais aussi pour analyser le déroulement lors de l'implémentation en classe et pour identifier des questions visant le développement des pratiques professionnelles. Dans les deux contextes les analyses en TSD ont été menées par les chercheurs mais elles rejoignent des questions professionnelles des enseignants concernant l'élucidation des objectifs d'enseignement, l'organisation des tâches pour les élèves de façon qu'ils puissent eux-mêmes saisir quelque chose de la pertinence et de l'efficacité de leurs réponses ainsi que la manière de gérer le travail des élèves. Les questions des enseignants correspondent en partie à celles des chercheurs mais sont davantage liées à la pratique : le professeur doit traduire les concepts de TSD en termes d'actions pour préparer sa classe ou analyser ce qui s'y passe.

La comparaison des deux contextes soulève une question : jusqu'à quel point les professeurs ou les formateurs ont-ils besoin de connaître les concepts de la TSD pour les utiliser dans la pratique ? Sans expliciter le cadre théorique, le chercheur peut formuler avec les enseignants des questions qui émergent d'une analyse en termes de TSD. La notion de milieu est essentielle et peut se formuler en termes de moyens de contrôle de leurs actions par les élèves et de pistes pour leur réflexion. Une collaboration directe avec des chercheurs aide ainsi les enseignants et les formateurs à développer leurs pratiques mais il n'est ni réaliste ni souhaitable d'attendre qu'ils puissent tous collaborer directement avec des chercheurs. Se pose alors la question de la formation des enseignants et des formateurs qui n'ont pas de contact direct avec les chercheurs.

3. Complémentarités entre la TSD et les approches théoriques dérivées des travaux de Vygotski

Du côté de l'apprentissage des élèves

Vygotski (1986) suppose que la formation des concepts scientifiques ne se fait pas spontanément, qu'elle nécessite l'intervention de quelqu'un qui sait (le professeur) dans la zone proximale de développement de l'élève : ce que celui-ci peut faire avec aide. La TSD, par l'analyse du savoir et la recherche de leviers pour aménager un milieu capable de faire évoluer les connaissances et conceptions des élèves, est complémentaire. Le milieu aménagé pour provoquer un apprentissage n'est pas un milieu quotidien. De plus, il est évolutif. Vygotski s'intéresse à l'évolution du sujet, la TSD à l'organisation et à la gestion d'un milieu favorable à l'apprentissage.

Du côté de l'analyse des pratiques des enseignants

Comme elle s'intéresse à un élève générique, la TSD s'intéresse à un enseignant générique ; elle recherche des conditions sur un milieu et ses évolutions possibles dans un ensemble de contraintes. L'accent est mis sur le savoir, son utilité dans la situation et sa progression dans la classe. L'apprentissage peut se vérifier par le traitement par l'élève d'autres situations.

La double approche, inscrite dans la théorie de l'activité, s'intéresse davantage à la gestion de la situation par l'enseignant. L'accent est mis sur les sujets et les actions didactiques de l'enseignant pour réduire la distance entre ce que fait l'élève et ce qu'il doit apprendre et qui est attendu de lui.

Du côté du travail collaboratif entre chercheurs et enseignants pour la production de ressources

Nous empruntons aux travaux de Beguin (2005), l'idée selon laquelle la conception (ici d'une ressource) peut être vue comme un processus dialogique qui s'installe entre deux « mondes » (ici celui de la recherche et celui de l'enseignement) et qui, à terme, peut permettre la construction d'un « monde commun », un « lieu d'apprentissages mutuels ». Tout au long de ce processus de conception (monde commun), les notions issues de la TSD (monde de la recherche) sont mobilisées pour répondre à des questions que se posent les enseignants (monde de l'enseignement) mais aussi pour mettre en évidence l'intérêt de propositions faites par les enseignants eux-mêmes pour enrichir la ressource. Parfois, les notions issues de la TSD permettent de régler durablement les questions qui émergent mais parfois cela prend du temps, il y a « négociation » car il faut réussir à tenir compte conjointement du « point de vue » des chercheurs et de celui des « enseignants ». Ces mouvements et négociations témoignent de la présence d'un processus dialogique.

IV. TABLE RONDE : DIFFERENTS USAGES DE LA THEORIE DE L'ACTIVITE EN DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES ET « MATHEMATICS EDUCATION » (JAWORSKI, ROBERT ET ROGALSKI)

Les différentes interventions de la table ronde sont résumées ci-dessous. Elles s'appuient sur les textes dans le numéro spécial 2018 des ADSC.

1. La place des analyses de tâches dans l'usage de la Théorie de l'Activité par A. Robert et J. Rogalski

Après avoir rappelé quelques éléments clés de notre cadre théorique inspiré de la théorie de l'activité, nous présentons la place de l'analyse des tâches ainsi que quelques résultats. Nous signalons la différence avec les approches de nos collègues anglais et terminons avec un certain nombre de questions encore ouvertes.

Des activités aux tâches

Au centre de notre usage de la théorie de l'activité, nous plaçons les activités des élèves, que ce soit pour développer et/ou apprécier les apprentissages (Abboud, Robert, Rogalski & Vandebrouck, 2017). Ce cadrage inclut l'adoption d'hypothèses sur les apprentissages² et leur adaptation aux mathématiques en situation scolaire, en termes de conceptualisation mathématique (processus et produit).

Ces activités sont souvent analysées en séances d'exercices ou sur des productions d'élèves en comparant ce qui est attendu et ce qui observable. Ce qui est attendu est analysé grâce aux analyses de tâches, rapportées aux mises en fonctionnement des connaissances. Ces analyses sont ainsi nécessaires, in situ ou non. Elles sont aussi « relatives » : elles sont référées à une triple analyse croisée, mathématique, curriculaire et cognitive (relief). Ce qui est observable est rapporté aux choix des enseignants, et aux pratiques, dans leur complexité pendant les déroulements, d'où la restriction de nos ambitions aux activités possibles des élèves.

Types de résultats

La plupart des travaux mettent en jeu une classification des tâches, en termes d'adaptations des connaissances. En particulier, cela permet :

- l'identification des modifications des activités attendues des élèves en classe (souvent à partir d'analyses de vidéos tournées en classe),
- l'identification des retours des enseignants sur les activités des élèves (corrections par exemple) – vers des interprétations (côté élèves et côté pratiques enseignantes),
- l'identification de l'ensemble des activités possibles sur un chapitre et le travail sur les scénarios,
- la prise en compte de l'importance des déroulements, et même de la complexité des pratiques, pour apprécier les activités des élèves en classe à partir des tâches (initiales et modifiées au cours du déroulement).

² Les théories générales convoquées sont celles de Piaget et de Vygotsky. La définition de la conceptualisation de Vergnaud et ses champs conceptuels sont également utilisés, tout comme des concepts et outils de Didactique des mathématiques.

Les travaux de nos collègues anglais

Au cours du projet franco-britannique, nous avons constaté une différence notable entre la démarche des collègues anglais et la nôtre dans la mesure où, dans leurs travaux, ces analyses de tâches sont implicites et non pas préalables à l'analyse de ce qui se passe en classe (Abboud, Goodchild, Jaworski, Potari, Robert & Rogalski, 2018).

Des questions encore ouvertes :

- Comment doit-on inclure des paramètres actuellement négligés, comme par exemple les facteurs affectifs ?
- Comment adapter les hypothèses portant sur les relations entre activités et apprentissages individuels au cas de la classe ?
- Comment l'analyse de tâches articule-t-elle le point de vue de la conceptualisation et le point de vue de l'exécution ?
- Comment passer d'analyses locales pour étudier les activités aux apprentissages globaux, dans la durée ?

2. Deux extensions des analyses de tâches

Les analyses pour l'étude des activités sur logiciel

L'analyse de la tâche devient multi-orientée, vers la tâche et vers le logiciel. Les analyses de tâches sont à adapter (Vandebrouck & Robert, 2017). L'activité doit aussi impliquer l'élève comme « sujet cognitif » pour interpréter des prises d'information et des utilisations de commandes (en particulier, mais pas seulement au début des interactions élèves-logiciels).

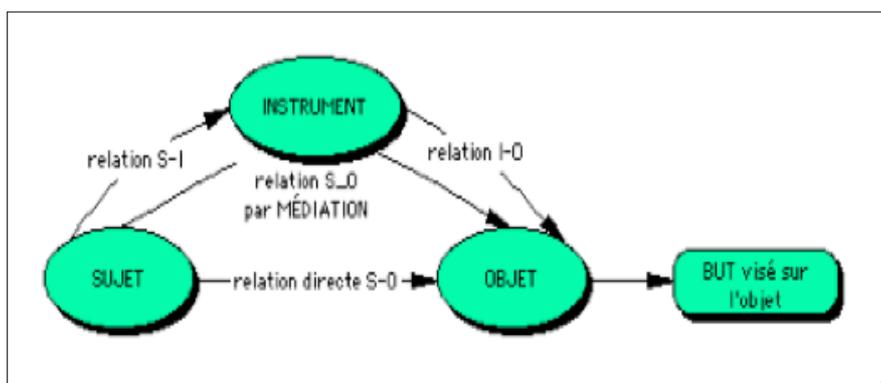


Figure 2. Représentation de l'activité d'un sujet sur un objet, pour atteindre un but, via la médiation d'un instrument (modèle d'action instrumentée de Rabardel)

Dans ce contexte, plusieurs éléments sont en jeu :

- la relation élèves-logiciel du point de vue de l'usage (« en amont » de la tâche mathématique) : il faut savoir « définir », « draguer », prendre en compte la robustesse de la construction le cas échéant, repérer les traitements possibles... ;
- la transposition informatique, des objets mathématiques à ceux du logiciel : la représentation logicielle des objets est toujours discrète, finie ; cela peut poser des problèmes dans l'utilisation des approximations (par exemple, à 10^{-1} près la somme des angles d'un triangle peut ne plus être 180°) ;
- le changement de représentations et de traitement : aux figures géométriques sont attachées des mesures ; en algèbre, on a la possibilité d'induire les variations de certaines variables à l'aide d'un curseur.

Ainsi, doit-on tenir compte, dans l'analyse des tâches d'une dimension instrumentale centrale (Abboud, & Rogalski, 2017). Sur ces points, on relève de fortes convergences avec les approches des collègues anglais (Abboud, Clark-Wilson, Jones & Rogalski, 2018).

Les analyses pour l'étude des moments de cours

Les activités des élèves pendant les moments d'exposition des connaissances sont pratiquement inobservables. On est donc amené à suggérer un détour pour, à partir des discours de l'enseignant, identifier ce qui pourrait être en relation avec les activités que les élèves ont déjà conduites (prolongement), ou avec des activités à venir (préparation) (Bridoux, Grenier-Boley, Hache & Robert, 2018).

Est en jeu la possibilité de familiariser les élèves avec les mots et les formalisations de ce qui est « général », et de faire activer ensuite (ou grâce à ce qui s'est passé avant) des connexions, des liens explicites, entre mots (et/ou formules...) et activités mathématiques en contexte. Cependant, c'est l'ensemble {cours, tâches, déroulements} qui est en jeu dans les analyses.

L'efficacité des cours et les activités des élèves pendant le cours dépendraient en partie des occasions et de la qualité des connexions – et donc des tâches, des discours des enseignants ainsi que des échanges avec et entre élèves, reprises (et questions), explications, explicitations données à partir du travail effectif des élèves, de leurs connaissances déjà-là (activités déjà faites ou en train de se faire), ancien/nouveau et général/contextualisé, des questions et réponses des élèves.

On définit en particulier des proximités discursives : rapprochements explicites dans le discours de l'enseignant avec ce qui vient des élèves, en distinguant les rapprochements du contextualisé au général et du général au contextualisé.

Des entrées différentes de celles utilisées par Barbara Jaworski

Un exemple d'échange illustre une perspective d'abord orientée vers les contenus cognitifs des activités et des représentations des élèves pour Jaworski alors que la notion de "proximités" est d'abord orientée vers les objets et les tâches mathématiques, pour nous.

BJ: "What do you mean with this notion of "proximité"? If I have understood it correctly, it means 'closeness' – how close a teacher comes to understanding what a student needs, and in responding to a student's difficulty with mathematics. This is a useful concept; I believe it is useful for a teacher to find ways to understand students' *ways of seeing* mathematical concepts and to respond to students in helpful ways. The idea of *proximité* both considers the degree of closeness, and the process of getting close (or alternatively not so close), enabling a teacher to develop awareness of teaching-learning situations and how to judge her responses to students.

AR: yes, but not 'way of seeing', rather 'way of doing or saying'...

3. Quelques éléments clés de l'usage de la Théorie de l'Activité par B. Jaworski

En référence au modèle d'Engeström (1999), c'est le second niveau d'analyse que nous utilisons pour nos recherches sur les processus de développement dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Une inscription stricte en Théorie de l'Activité (TA) aurait emprunté le premier niveau, basé sur les données recueillies au cours de la séance de classe.

Dans ces recherches, c'est une perspective socio-culturelle qui sert de fil directeur, suivant en cela Vygotski pour qui savoir et apprentissage sont considérés d'abord comme des éléments sociaux ; l'apprentissage individuel étant vu comme faisant partie d'un engagement social. L'étude des situations d'enseignement-apprentissage nous amène alors à chercher à mieux comprendre la complexité des interactions entre enseignants et élèves. Cela dépasse l'apprentissage individuel, en mettant en jeu les activités, leurs buts et motifs, les manières dont

elles se déroulent, et tous les éléments dans lesquels l'apprentissage s'inscrit (Jaworski & Goodchild, 2006). C'est pourquoi l'activité engageant ensemble enseignant et élèves est si fondamentale à étudier, dans la mesure où elle permet de comprendre comment apprentissage et enseignement se complètent (ou non).

Par exemple, dans Jaworski & Potari (2009), nous analysons les interactions dans une classe du secondaire où un enseignant travaille dans sa classe les concepts statistiques de mode, moyenne et médiane. Il avait préalablement demandé aux élèves de faire un exercice à la maison, consistant à trouver dans un dictionnaire les significations des termes : mode, moyenne, médiane. Dans la mesure où un certain nombre d'élèves n'avaient pas fait ce travail, arguant qu'ils n'avaient pas de dictionnaire à la maison, l'enseignant ne pouvait plus développer la séance prévue. Il réprimanda les élèves en question, en disant qu'ils auraient pu utiliser la bibliothèque pour trouver des dictionnaires. Puis il leur fournit des dictionnaires pour qu'ils puissent effectuer la tâche pendant la séance. Cette interaction montra que ces élèves étaient incapables d'utiliser le dictionnaire ; ils pensaient que c'était un dictionnaire français car il s'avéra que la seule occasion qu'ils avaient eue d'utiliser un dictionnaire était les cours de français. Ces élèves développèrent une certaine hostilité à la manière dont l'enseignant les avait traités et mirent du temps à s'engager dans le travail sur les concepts statistiques, d'où un succès limité de la séance pour eux. Notre usage de la théorie (TA) nous a amenées à élargir hors de la classe l'étude des interactions dans la seule classe de mathématiques, en faisant intervenir les expériences des élèves, à l'école (plus largement qu'en mathématiques) et à la maison. Les hypothèses de l'enseignant n'étaient pas appropriées pour ces élèves-là et ont conduit à des tensions dans les relations avec ses élèves, qui se sont sentis bloqués par des reproches qu'ils considéraient comme injustes.

Pour nos analyses détaillées, nous utilisons le triangle des médiations de Engeström (1999), qui permet de mettre en évidence les tensions : entre les outils et la communauté où l'utilisation d'un dictionnaire, demandée par l'enseignant, n'est pas une activité « normale » des communautés d'appartenance de certains élèves ; entre les outils, la communauté et les règles (par exemple le dictionnaire et son usage, les familles, la culture) ; entre les règles, les outils et la division du travail (par exemple la règle scolaire veut que les élèves fassent le travail à la maison) : les élèves ne peuvent pas (ou ne veulent pas) s'engager dans la tâche, donc la division du travail ne peut fonctionner (cf. Figure 3).

Dans Jaworski, Robinson, Matthews et Croft (2012), nous analysons des données qui proviennent d'interviews d'étudiants, futurs ingénieurs, de première année d'université suivant un module de mathématiques comportant un dispositif innovant mis en œuvre. On a demandé aux étudiants de travailler par petits groupes sur des tutoriels permettant d'aborder des questions à résoudre par une démarche d'investigation, avec un ordinateur servant de médium (Geogebra) pour aider à la compréhension conceptuelle. Les tâches sur ordinateur demandaient d'explorer des propriétés des fonctions pour trouver des relations comme celle liant une fonction et son inverse. Les interviews ont révélé qu'alors même que les étudiants savaient pourquoi les enseignants avaient organisé cette recherche sur Geogebra, ils ne pensaient pas que c'était le meilleur moyen d'apprendre les mathématiques en jeu. Ils auraient préféré un style plus procédural d'enseignement-apprentissage.

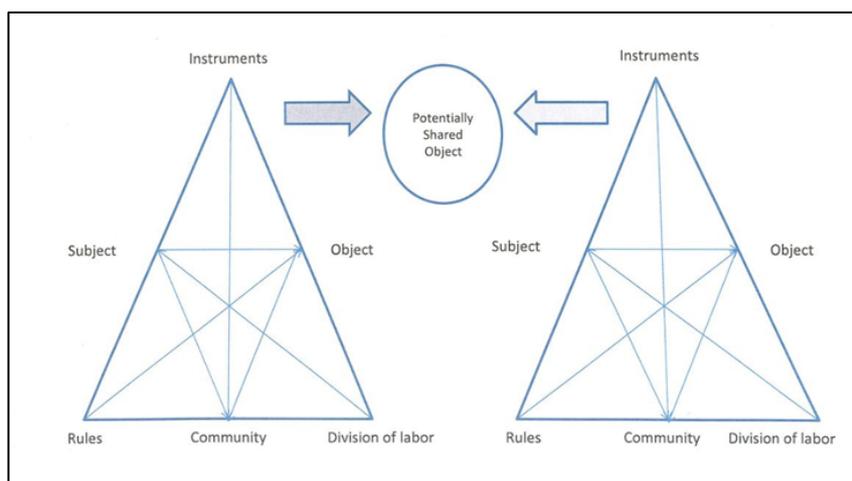


Figure 3 : Deux versions du triangle des médiations étendu d'Engeström (EMT) représentant les perspectives de l'environnement d'enseignement-apprentissage des professeurs à gauche et les élèves à droite

Dans la figure 3, nous mettons en regard l'activité d'enseignement (des enseignants) et celle des étudiants en train d'apprendre en utilisant les trois niveaux de Leontiev (1979) : toute activité est motivée (niveau 1) et peut être interprétée en actions explicitement reliées à son but (niveau 2). Les actions peuvent être vues comme médiatisées par certaines opérations conditionnées par des circonstances dominantes et des contraintes (niveau 3). Ce cadre met en lumière les manières dont les activités peuvent vraiment différer selon les deux cultures impliquées, celles des enseignants et celles des élèves.

Dans l'exemple considéré, les actions des enseignants comportaient le choix des tâches et des questions d'investigation, avec comme objectif l'engagement des étudiants, l'exploration puis le dépassement d'un point de vue procédural des mathématiques. L'utilisation de Geogebra, avait pour objectif de fournir un autre environnement pour représenter les fonctions, offrant des méthodes de visualisation et permettant d'enrichir les perceptions des propriétés des fonctions et de leurs relations. Les actions des étudiants consistaient à participer au module : assister aux cours et aux groupes tutoriels ; utiliser le système LEARNVLE et des textes mathématiques divers ; les buts pouvaient inclure l'intention d'assister aux cours – parce que c'est là qu'on peut récupérer ce dont on a besoin pour passer l'examen ; vouloir savoir ce qu'il faut faire et comment ; vouloir faire le minimum de travail pour passer l'examen, etc.

Ainsi le contraste entre les actions et les buts respectivement des enseignants et des étudiants révèle des différences clefs dans les cultures en présence, mettant en jeu les manières dont les uns et les autres perçoivent les questions d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques.

4. Conclusion : Utilisation et impact des recherches dans les deux contextes

Malgré les différences entre les approches, il y a malheureusement un grand point commun : la **non reprise** des recherches en didactique ou en mathematics education par les décideurs (Jaworski & Robert, 2018). Même si on peut évoquer le fait que les recherches sont souvent qualitatives, dispersées, dépendant fortement des contextes, on pourrait chercher des perspectives unificatrices à partir de ce qui est fait. Il s'agirait alors de dégager ce qui est commun dans les résultats ou les démarches, comme l'importance de la prise en compte des déroulements pour comprendre ce qui se passe dans la classe et les apprentissages possibles. Les travaux comparés dans les symposiums ont aussi révélé la qualité des formations par co-développement (didacticiens / enseignants). Ils ont pu aussi présenter des exemples analogues de dispositifs favorables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBOUD, M. & COLES, A. (EDS.) (2018). English-French use of theories in mathematics teaching, teaching development and teacher education. *Special issue of the Annales de didactique et de sciences cognitives*.
- ABBOUD, M., CLARK-WILSON, A., JONES, K., & ROGALSKI, J. (2018). Analysing teachers' classroom experiences of teaching with dynamic geometry environments: Comparing and contrasting two approaches. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, Numéro spécial, 93-118.
- ABBOUD, M., GOODCHILD, S., JAWORSKI, B., POTARI, D., ROBERT, A., & ROGALSKI, J. (2018). Use of activity theory to make sense of mathematics teaching: A dialogue between perspectives. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, Numéro spécial, 61-92.
- ABBOUD, M. & ROGALSKI, J. (2017). Des outils conceptuels pour analyser l'activité de l'enseignant "ordinaire" utilisant les technologies. *Recherches en didactique des mathématiques*, 37(2-3), 161-216.
- ABBOUD, M., ROBERT, A., ROGALSKI, J. & VANDEBROUCK, F. (2017). Pour une théorie de l'activité en didactique des mathématiques. *Cahiers du LDAR*, 18.
- BEGUIN, P. (2005) Concevoir pour les genèses professionnelles. In Rabardel P., Pastré P. (éd.) *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*. Toulouse : Octarès.
- BOWKER, G., & STAR, S. (1999). *Sorting things out: Classification and its consequences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- BRIDOUX, B., GRENIER-BOLEY, N., HACHE, C. & ROBERT, A. (2018). Les moments d'exposition des connaissances en mathématiques analyses et exemples. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 21, 187-234.
- BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques (didactique des mathématiques (1970-1990))*, textes rassemblés et préparés par Balacheff, N., Cooper, M., Sutherland, R. & Warfield, V. Grenoble : La Pensée sauvage.
- BROWN, L., COLES, A. (2011). Developing expertise: How enactivism re-frames mathematics teacher development. *ZDM*, 43.6-7, 861-873.
- ENGESTRÖM, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. In Engeström, Y., Miettinen, R. and Punamäki, RL. (eds), *Perspectives on activity theory (pp. 19-38)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ENGESTRÖM, Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- JAWORSKI, B., & GOODCHILD, S. (2006). Inquiry community in an activity theory frame. In Novotna, J., Moraova, H., Kratka, M., and Stehlikova, N., (eds), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 353–360). Prague: Charles University.
- JAWORSKI, B., ROBINSON, C., MATTHEWS, J. & CROFT, A. C. (2012). Issues in teaching mathematics to engineering students to promote conceptual. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 19(4), 147-152.
- HERSANT, M. & PERRIN-GLORIAN, M. J. (2005). Characterization of an ordinary teaching practice with the help of the theory of didactic situations. *Educational Studies in Mathematics* 59, 113-151.
- LEONT'EV, A. N. (1979). The problem of activity in psychology, in Wertsch, J. V. (ed), *The concept of activity in Soviet psychology*, New York: M. E. Sharpe, 37-71.
- MANGIANTE-ORSOLA, C., PERRIN-GLORIAN, M.J. & STRÖMSKAG, H. (2018). La théorie des situations didactiques comme outil pour comprendre et développer des pratiques d'enseignement en mathématiques. *Annales de didactique et sciences cognitives*, volume spécial English-French, 145-174.
- MARGOLINAS, C., COULANGE, L. & BESSOT, A. (2005). What can the teacher learn in the classroom? *Educational Studies in Mathematics* 59, 205-234.
- PERRIN-GLORIAN, M.J. & GODIN M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés. *Math-École*, 222, 26–36.
- ROBERT, A., & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 2(4), 505-528.
- STAR, S., & GRIESEMER, J. (1989). Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in berkeley's museum of vertebrate zoology, 1907-39. *Social studies of science*, 19 (3), 387–420.
- JAWORSKI, B. & Robert, A. (2018). French and English Theoretical perspectives in Mathematics Education Research : an overview and discussion of key issues – Des recherches en didactique des mathématiques anglaises et françaises : bilan et mise en discussion des perspectives théoriques et des principales questions abordées. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, Numéro spécial, 175-203.
- VANDEBROUCK, F., & ROBERT, A. (2017). Activités mathématiques des élèves avec les technologies numériques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 37(2/3), 333-382.
- VYGOTSKY, L. S. (1986). *Thought and language* (A. Kozulin, Trans.). Cambridge, MA: MIT Press. (Original work published 1934).