



L'enseignement des mathématiques, un point de vue international centré sur les ressources des professeurs

Luc Trouche

► To cite this version:

Luc Trouche. L'enseignement des mathématiques, un point de vue international centré sur les ressources des professeurs. *Ensino da Matemática em Debate*, 2018, 5 (3), pp.221-237. hal-01979728

HAL Id: hal-01979728

<https://hal.science/hal-01979728>

Submitted on 13 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INTRODUCTION

L'enseignement des mathématiques, un point de vue international centré sur les ressources des professeurs

Luc Trouche¹

Merci à Sonia Igliori qui m'a proposé d'écrire un article pour cette revue destinée aux enseignants de mathématiques du Brésil. J'ai construit mon article en deux sections: d'abord à partir de mon expérience, de 2012 à 2016, de président de la Commission Française pour l'Enseignement des Mathématiques (CFEM), ensuite à partir de mon expérience d'animation d'un séminaire international de recherche à l'Institut français de l'éducation (2017-2018), ce séminaire étant directement lié à d'autres contributions du présent numéro de la revue. C'est essentiellement du point de vue de mes intérêts de recherche, autour des ressources des professeurs et de leur travail collectif (Gueudet & Trouche 2016), que je restitue ici ces deux expériences.

1. Mon expérience de président de la CFEM (2012-2016)

La CFEM (<http://www.cfem.asso.fr/>) est une sous-commission de ICMI (International Commission on Mathematical Instruction, <https://www.mathunion.org/icmi>), qui est elle-même une commission l'IMU (International Mathematical Union). Au niveau français, la CFEM regroupe toutes les associations et sociétés savantes qui ont à voir avec l'enseignement des mathématiques : Association de Professeurs

1. Le 20 août 2018. Institut français de l'éducation. Ecole normale supérieure de Lyon, France.
E-mail: luc.trouche@ens-lyon.fr

de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP), Société Mathématique de France (SMF), Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques (ARDM), Instituts de recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM), Femmes et Mathématiques (F & M)... La présidence de la CFEM m'a donné l'occasion de suivre les discussions pour le renouvellement de l'enseignement des mathématiques en France, et d'interagir avec les communautés correspondantes au niveau international. Je m'appuie, pour restituer cette expérience, sur des extraits du bulletin mensuel de la CFEM (accessible en ligne... mais en français), édité pendant les 4 ans de ma présidence.

1.1 Penser une stratégie mathématique pour développer l'enseignement des mathématiques en France

En France, comme dans d'autres pays (Artigue 2012), l'enseignement des mathématiques rencontre des problèmes sérieux (en particulier l'augmentation des écarts entre les élèves qui réussissent, et les élèves en difficultés d'apprentissage ; la désaffection des élèves pour les études scientifiques ; la diminution des candidats pour le métier de professeur de mathématiques ; et donc le manque de professeurs de mathématiques). Pour faire face à ces difficultés, la CFEM a plaidé, dès 2012, pour un *programme stratégique de soutien à l'enseignement des mathématiques*, s'appuyant en particulier : sur un pré-recrutement de professeurs au début des études universitaires, une révision des programmes de formation initiale et continue des enseignants, un appui aux dispositifs de conceptions de ressources des enseignants (en particulier un appui au réseau des IREM), et une campagne nationale de valorisation des carrières liées à l'enseignement des mathématiques (supposant aussi une revalorisation de la carrière des enseignants. Les IREM, qui associent au sein des universités des enseignants de mathématiques de tous les niveaux (écoles primaires, collèges, lycées, universités), des formateurs et des chercheurs (en mathématiques et en didactique), sont en effet des acteurs clés pour le développement de l'enseignement des mathématiques.

Le ministère français de l'éducation nationale a été sensible à ces propositions : en décembre 2014, il annonçait une *Stratégie Mathématiques*²,

2. <http://eduscol.education.fr/math/sinformer/les-mathematiques-au-sein-de-leducation-nationale/strategie-mathematiques.html>

visant un soutien actif à l'enseignement des mathématiques, et reprenant un certain nombre des propositions de la CFEM (mais refusant de programmer un pré-recrutement des enseignants et une revalorisation de leur carrière). Cette stratégie a eu certains effets positifs, ainsi la mobilisation de l'ensemble des acteurs des mathématiques, pour l'animation nationale d'un Forum mathématiques vivantes, coordonné, en 2015, par Cédric Villani, mathématicien, médaille Fields 2010, et Michèle Artigue, didacticienne des mathématiques, médaille Klein 2013. Sur la lancée de cette mobilisation, une réflexion renouvelée, sur les ressources nécessaires des enseignants, a été développée, conduisant à la création d'un portail de ressources pour l'enseignement des mathématiques (<http://eduscol.education.fr/maths>), donnant accès à une grande variété de ressources produites par les enseignants, par des associations, par des instituts... Une des caractéristiques de la France est d'ailleurs la présence d'une association d'enseignants, Sésamath (<http://www.sesamath.net/>), produisant des manuels scolaires et un ensemble de ressources en ligne, librement accessibles par tous les enseignants (Rocha & Trouche 2016). Par contre, l'absence de revalorisation des métiers de l'enseignement a fait que la crise du recrutement des enseignants, en particulier de mathématiques s'est poursuivie...

1.2 L'Algérie et une réflexion commune en relation avec la Stratégie mathématiques

Les problèmes auxquels la Stratégie Mathématiques voulait répondre, en particulier la crise du recrutement des professeurs, ne sont pas spécifiques à la France. C'est pour confronter ces problèmes, et les solutions possibles, qu'une délégation française a été invitée par le ministère algérien de l'éducation à l'occasion d'un séminaire conjoint permettant de renforcer des programmes de coopération antérieurs (Trouche 2014), en particulier en matière de ressources pour les professeurs de mathématiques. L'Algérie a mis en place plusieurs dispositifs, par exemples : des programmes de formation pour les inspecteurs ; et un « lycée mathématique », à Alger, regroupant les élèves les plus prometteurs dans cette discipline, venant de toutes les régions du pays. Une organisation d'enseignants de mathématiques s'est aussi constituée, l'A2DMTI (<http://aademti.org/wp/>) dont le site web propose des ressources variées (énigmes, compétitions, formation) aux professeurs de mathématiques (Anselmo *et al.*, 2016).

1.3 Le Sénégal et la question critique de la formation des professeurs et des ressources pour enseigner

Cette question des ressources des professeurs de mathématiques, et du soutien aux processus qui permettent de se les approprier, ou de les concevoir, est apparue critique dès mes premiers contacts de chercheur avec des pays d'Afrique, dès 1998, dans une coopération avec l'IREMPT de Dakar (Trouche, 2005), coopération qui a débouché sur la thèse de Moustapha Sokhna (2006). Cette thèse était dédiée à la conception de dispositifs permettant de soutenir l'entrée dans le métier des professeurs vacataires au Sénégal (qui manquent de formation académique et didactique). Ces questions ont donné matière à une réflexion qui se développe encore aujourd'hui (Sokhna & Trouche, 2015, 2016) et a donné lieu à une session de formation que j'ai assurée dans le cadre de l'école doctorale de mathématiques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar en janvier 2017.

1.4 En Chine et au Brésil, la question critique du travail collectif des enseignants

S'intéresser aux ressources des professeurs conduit nécessairement à s'intéresser à leur travail collectif. Cette réalité apparaît très clairement en Chine, et au Brésil, et je l'ai rencontrée pour des raisons différentes.

En Chine, cette rencontre a été rendue possible grâce à un programme de recherche conjoint (<http://joriss.ens-lyon.fr/>) entre l'ENS de Lyon et l'East China Normal University de Shanghai. J'ai évoqué cette expérience à deux reprises dans le bulletin de la CFEM (Trouche, 2015a ; 2015c). J'y évoque une visite dans un collège de Shanghai :

Cette visite a eu lieu dans deux classes de mathématiques (niveau 6^{ème}). Les deux classes sont impliquées dans un projet de « mathématiques actives » visant à stimuler l'engagement mathématique des élèves. Ce qui frappe, c'est le caractère parfaitement régulé de la classe : intégration d'outils, comme de grandes « ardoises » en plastique, mises au service de la discussion dans les groupes, ou de la discussion entre le professeur et la classe (voir photos ci-dessous), répartition des rôles très efficace au sein des groupes, alternance de phases de tâtonnement et d'argumentation structurée. Le professeur est pourtant novice, mais il a construit son enseignement avec l'appui de ses collègues au cours de « classes ouvertes » comme celle qu'il nous a été donné d'observer.

Tous les professeurs du collège assistent à la leçon, puis au débriefing qui suit. Ce débriefing, présidé par le directeur du collège (aussi professeur de mathématiques), se déroule en plusieurs temps : le professeur revient sur sa leçon, en soulignant les problèmes repérés, ensuite ses collègues interviennent et le professeur dit ce qu'il retient de la discussion ; ensuite le coordonnateur du projet au sein de l'école apporte des éléments de réflexion complémentaire, anime la discussion et le directeur conclut.

A préciser : les professeurs des collèges de Shanghai n'enseignent que 10 heures par semaine dans le cadre d'une classe de mathématiques. Le reste du temps est consacré, pour une grande partie, au travail collectif de conception de ressources ou de réflexion sur les résultats des élèves. Cette collaboration a donné matière à une thèse en cotutelle (Wang 2018), s'intéressant aux effets du travail collaboratif des enseignants autour des ressources (Pepin et al., 2016).

Au Brésil, cette rencontre a été le résultat d'une invitation de l'UFPE pour un cours de master, dans le cadre de l'école des hautes études de la CAPES³. Ce cours était lié à l'étude du travail documentaire des professeurs, depuis l'intégration d'artefacts dans leurs ressources, jusqu'à la conception et la mise en œuvre d'orchestrations dans la classe. Le cours s'est basé sur le recueil et l'analyse de données prises dans des lycées, en particulier des lycées de référence, que j'ai présenté dans un bulletin de la CFEM, dont j'ai tiré l'extrait suivant (Trouche, 2015b) :

L'enseignement public rencontre des problèmes sérieux, avec, dans la plupart des lycées, l'existence de plusieurs « services » d'enseignement, certains élèves venant le matin, d'autres l'après-midi, et un cumul d'emplois des enseignants qui sont autorisés à travailler dans deux établissements.

L'état du Pernambouc a engagé une politique de réforme, reposant sur le développement de *lycées publics de référence*, qui sont organisés sur un seul « service », avec un curriculum bien défini, et non pas seulement par année, mais par bimestre. Les enseignants qui y travaillent sont mieux payés, s'engagent à rester dans l'établissement de 7h à 17h, à y préparer leurs cours (30h de cours par semaine), à assurer du soutien scolaire et à développer des dynamiques de travail commun.

J'ai eu l'occasion de visiter deux lycées de ce type. Je ne parlerai ici que

3. <http://www.capes.gov.br/component/content/article?id=7337:ufpe-oferece-escola-de-altos-estudos-voltada-a-area-de-matematica>

du premier d'entre eux, au centre de Recife. Deux professeurs (photo ci-dessous) ont accepté de nous recevoir longuement, pour présenter leur travail. Les professeurs de mathématiques travaillent par binôme au sein de chacune des classes de l'établissement (chaque classe a ainsi deux professeurs de mathématiques). Cela engage les professeurs à penser une répartition de l'enseignement au sein d'une progression commune (par exemple l'algèbre d'un côté, la géométrie de l'autre, ou encore les révisions d'un côté, les éléments nouveaux de l'autre). Le fait de travailler différemment (le premier professeur dit travailler de façon très traditionnelle, le deuxième intègre largement les TICE) ne semble pas être vécu comme un obstacle à la coopération, mais au contraire comme source de richesse. Par ailleurs, les professeurs de l'établissement ont conçu un projet commun (« promouvoir une approche expérimentale des mathématiques »), développent des ressources communes dans cette perspective, et certains d'entre eux animent un laboratoire de mathématiques au sein du laboratoire de sciences du lycée.

Ce séjour a initié une recherche collaborative, dont nous avons présenté les fruits au premier colloque latino-américain de didactique des mathématiques (Bellemain & Trouche, 2016).

1.5 En Iran, la question critique de la diffusion des mathématiques et des ressources de leur enseignement

Cette question est particulièrement prise en compte en Iran, un pays dans lequel j'ai eu la chance d'être invité en 2016 par l'Université Farhangian. Dans ce pays où l'enseignement des mathématiques bénéficie d'une attention particulière. Voilà un extrait du compte rendu de cette visite que je faisais pour le bulletin de la CFEM (Trouche, 2016b) :

L'Université Farhangian fédère, au niveau national, tous les centres de formation des enseignants du pays (64 branches, 70000 étudiants). Elle porte, depuis 2015, la Chaire Unesco « Teachers as Lifelong learners ». L'autre institution impliquée dans mon séjour était la Maison des Mathématiques d'Ispahan, une remarquable institution (cf. la contribution ci-contre d'A. Rejali & F. Kheradpazhuh, ses responsables), élément d'un réseau d'une quarantaine de maisons des mathématiques réparties dans tout le pays, qui jouent un double rôle de formation des enseignants et de diffusion des mathématiques dans la société.

Invité pour évoquer les 'métamorphoses digitales' de l'enseignement des mathématiques, j'ai eu l'occasion de rencontrer des enseignants, des

formateurs et des chercheurs, dans le contexte de visites de classes, de conférences ou d'ateliers sur « l'enseignement des mathématiques dans des environnements numériques ».

En quelques mots, ce que je retiens de ces dix jours en Iran :

- un intérêt marqué pour les expériences des autres pays, en particulier la France, dans le domaine de l'enseignement des mathématiques ; une émergence forte du champ de recherche sur l'enseignement des mathématiques au sein des départements de mathématiques (voir les contributions de Z. Gooya et S. Gholamazad, p. 10);
- une implication forte des formateurs dans les activités qui leur sont proposées, des discussions animées tout au long des ateliers ;
- et la Maison des mathématiques d'Ispahan, une pépinière de projets, une mine de ressources, un lieu de rencontre d'élèves et d'enseignants enthousiastes, en phase avec une ville qui éblouit par ses couleurs et sa géométrie.

Algérie, Brésil, Chine, Iran et Sénégal constituent des expériences fortes, parmi d'autres que j'ai eu la chance de vivre pendant mes quatre années de président de la CFEM. J'ai écrit un bilan plus complet pour le bulletin de la CFEM (Trouche 2016a). Ces expériences ont renforcé ma conviction que, pour comprendre le travail des enseignants, il fallait prendre en compte leur activité de production de ressources, et les aspects collectifs de cette activité. La section suivante concerne toujours une réflexion sur les ressources des enseignants, toujours d'un point de vue international, mais, cette fois-ci dans le cadre d'un séminaire de recherche qui s'est tenu en France.

2. Mon expérience d'animateur d'un séminaire international de recherche sur les ressources des enseignants

Il y a deux façons de développer une expérience internationale : la première, en étudiant sur place des situations nationales contrastées, c'est ce que j'ai présenté dans la première section de cet article. La deuxième en réunissant en un lieu des enseignants et des chercheurs venus partager leur expérience propre. C'est cette deuxième expérience que je vais présenter dans cette section. Le séminaire international Ressources s'est réuni pendant toute l'année 2017-2018 à l'Institut français de l'éducation. Nous présentons ici son cadre général, puis les sessions successives qui

l'ont constitué, enfin la conférence internationale Re(s)sources 2018 qui l'a conclue.

2.1 Un séminaire international de doctorants et post-doctorants

Ressources 2017-2018 était un séminaire de recherche rassemblant des doctorants et des post-doctorants en séjour dans l'équipe EducTice de l'IFÉ, venant de différents pays (Algérie, Brésil, Chine, France, Japon, Mexique, Sénégal et Ukraine). La délégation brésilienne venait du Mato Grosso do Sul, du Pernambouc et de Sao Paulo. Le séminaire était aussi ouvert à la participation des étudiants, enseignants, formateurs, ou chercheurs français, intéressés par la thématique des interactions des professeurs avec les ressources de leur enseignement.

Il visait :

- l'étude scientifique du travail régulier des enseignants avec les ressources, avec une attention particulière pour : les interactions entre ressources numériques et non numériques; les interactions entre travail individuel et travail collectif ; les systèmes de ressources des enseignants, leur structure et leur développement ;
- l'étude de la formation (initiale et/ou continue) des enseignants et de leur développement professionnel, en relation avec la conception et les usages des ressources

Le séminaire était animé par un comité scientifique se composant de Verônica Gitirana (UFPE, Brésil), Takeshi Miyakawa (Joetsu University of Education, Japon), Sophie Soury-Lavergne (IFÉ-ENS de Lyon) et Luc Trouche (IFÉ-ENS de Lyon).

2.2 Des sessions basées sur des études contrastées

La page web du séminaire⁴ présente les diaporama et les vidéos des 10 sessions. Le séminaire donnera aussi lieu à des actes qui seront publiés en décembre 2018. Nous ne présentons ici qu'un aperçu des 10

4. <http://eductice.ens-lyon.fr/EducTice/ressources/seminaires/ressource-2017-2018/ressource-2017-2018>

sessions. Chaque session était construite en général sur le croisement de deux contributions abordant une même question de recherche, ou des questions proches, avec des angles de vue contrastés.

Session 1 (octobre 2017) - *Naissance du système documentaire de futurs enseignants de mathématiques*, avec Cibelle Assis (post-doctorante UFPE/IFÉ, professeur à l'UFPB-Brésil) et Rogério Ignácio (doctorant Université Anhanguera, enseignant du Colégio de Aplicação-UFPE-Brésil)

Des recherches basées sur l'approche documentaire du didactique se sont concentrées jusqu'ici sur la documentation du professeur expérimenté. Les deux recherches visent à répondre à la suivante question : comment les futurs enseignants de mathématiques constituent-ils leurs systèmes documentaires ? Cibelle Assis questionne la métamorphose du "système de ressources pour étudier" des futurs enseignants en un "système de ressources pour enseigner". Rogério Ignácio étudie le développement professionnel de futurs enseignants lorsqu'ils développent un projet de création, d'expérimentation et d'analyse d'un chapitre d'un manuel scolaire numérique.

Session 2 (novembre 2017) - *Analyse de la structure du système de ressource d'une enseignante algérienne*, avec Karima Sayah (doctorante algérienne, Université Lyon 1) et Hussein Sabra (maître de conférences en didactique des mathématiques, université de Reims)

Karima Sayah approche le système de ressources d'une enseignante en mettant en évidence ses aspects statiques et ses aspects dynamiques. Elle propose un modèle d'articulation entre le système de ressources et les composantes des schèmes (Vergnaud, 1991), notamment les règles d'action et les invariants opératoires. Pour l'analyse du système de ressources, notre méthode s'inspire de l'analyse systémique et porte sur deux volets : une analyse statique qui consiste à étudier les éléments constitutifs du système, et une analyse dynamique qui s'intéresse aux règles d'actions et aux événements qui régissent ces constituants.

Session 3 (décembre 2017) - *La notion de schème dans l'analyse de l'activité des enseignants et futurs enseignants de mathématiques : un regard sur les ressources*, avec Katiane Rocha (doctorante brésilienne,

ENS de Lyon) et Rosilângela Lucena (doctorante UFPE-Brésil, en séjour à l'ENS de Lyon)

L'activité des enseignants avec des ressources constitue, pour eux, un moment privilégié pour réfléchir, soit sur leur propre développement professionnel, soit sur les théories qui fondent leur pratique. Katiane Rocha et Rosilângela Lucena s'intéressent respectivement à ces questions, la première dans le cadre du travail des enseignants en activité, la deuxième dans le cadre du travail en formation. Katiane travaille les concepts *d'expérience* et de *trajectoire documentaire*, Rosilângela propose le modèle de *méta-orchestration instrumentale* pour penser l'intégration, par les enseignants en formation, du concept d'orchestration instrumentale.

Session spéciale (décembre 2017) - *Séminaire final du projet MaTRiTT (Mathematics teachers resources in a time of transitions)*, avec Chongyang Wang, Luxizi Zhang, et Fangchun Zhu, coordination Sophie Soury-Lavergne et Luc Trouche, réactions Verônica Gitirana et Takeshi Miyakawa

MaTRiTT means Mathematics Teachers Resources in a Time of Transitions. Transitions means curricular transitions, and digital transitions. These transitions imply a metamorphosis of mathematics teachers work, that the MaTRiTT project analyses throughout their interactions with their resources. Situated in the frame of the documentary approach to didactics (Gueudet & Trouche 2009), MaTRiTT is particularly interested in teachers' resource systems, and in teachers' collective work. This project analyses this metamorphosis in opening two windows on Chinese and French math teachers documentation work. The MaTRiTT project is associated to the PREMaTT French project (Penser les ressources des enseignants de mathématiques dans un temps de transitions), developing in the region of Lyon. A better understanding of the metamorphosis at stake is hoped to be gained from this confronting point of view.

Session 4 (janvier 2018) - *Points de vue sur le développement de l'expertise documentaire des enseignants*, avec Anita Messaoui (doctorante ENS de Lyon) et Chongyang Wang (doctorante chinoise ENS de Lyon & ECNU, Shanghai)

Quelles sont les compétences/connaissances en jeu dans le travail documentaire des enseignants? Les interventions d’Anita Messaoui et de Chongyang Wang proposent des regards contrastés, du point de vue des disciplines (mathématiques vs. anglais), des pays (Chine vs. France) et du type de compétences/connaissances (informationnelles/disciplinaires). La notion de schème est largement mobilisée.

Session 5 (février 2018) - *Teachers’ knowledge within their practices with resources*, avec Fangchun Zhu (doctorant chinois ENS de Lyon & ECNU, Shanghai) et Ulises Salinas (doctorant Centre de Recherche et des Études Supérieures - Mexique, en séjour à l’ENS de Lyon)

By analysing teachers’ practices within different kinds of resources, material (digital and analogical) and non-material (actions, gestures, other types of signs), Fangchun Zhu and Ulises Salinas reach, in their doctoral thesis research, the analysis of teachers’ knowledge and the process teachers structure this knowledge into a model with didactic aims. In this seminar, teachers’ knowledge are discussed taking into consideration the Documentation Approach to Didactics combined with: instrumental orchestration vs. Models.

Session 6 (mars 2018) - *Generation of mathematical knowledge through addressing counterexamples in dynamic geometry environments*, avec Kotaro Komatsu (Shinshu University, Japan)

Imre Lakatos provided case studies of mathematical history showing how mathematical knowledge grows through the improvement of conjectures by means of counterexamples. Several researchers have argued the relevance of this mathematical activity to mathematics education, but much remains under-explored about possible ways of facilitating students’ success in this activity. Kotaro Komatsu’s current study addresses this issue by developing a set of task design principles and teacher roles for engaging students in mathematical activity where they generate mathematical knowledge through discovering and addressing counterexamples. He talks about an intermediate cycle of our design research where an intervention study with dynamic geometry software was conducted in a secondary school classroom (students aged 14-15).

Session 7 (avril 2018) - *Ressources des enseignants : analyse d’exercices dans deux contextes différents*, avec Sonia Igliori (PUC, SP) et Luxizi Zhang (doctorante chinoise ENS de Lyon & ECNU, Shanghai)

Ce séminaire duo porte sur les ressources des enseignants à travers l'analyse d'exercices dans deux contextes différents: dans le contexte de l'enseignement des équations différentielles à l'université au Brésil, Sonia Iglori s'intéresse, avec une approche qualitative, à la conception d'exercices et à leur analyse ; dans le contexte de l'enseignement des fonctions affines en classe de seconde en France, Luxizi Zhang, qui travaille dans sa thèse la notion de « variation », analyse un manuel scolaire et les exercices qu'il propose. Dans les deux contextes, l'utilisation de différentes représentations et variables est en jeu.

Session 8 (juin 2018) - *Instrumental/Documentational Approach to Didactics: windows to think about the work of the teacher and that of the students*, avec Marisol Santacruz Rodriguez et Jose Orozco (Cinvestav, Mexico)

In this session, Marysol Santacruz and Jose Orozco are interested in deepening into two important topics in our research: scheme and orchestration. First, Marisol use the ideas of schema and geometrical paradigm to analyze the professional knowledge of primary school teachers; and the idea of orchestration to explain some didactic considerations of the teacher when selecting digital resources. Then, José use the Theory of Instrumental Genesis complemented with the notion of instrumental orchestration to design a didactical sequence in a linear algebra course for students to engineering.

Session 9 (juin 2018) - *Développer des interfaces pour soutenir l'activité mathématique des élèves et l'orchestration instrumentale des situations par le professeur : l'expérience LEMATEC Studium à l'UFPE (Brésil)*, avec Franck Bellemain (UFPE, Brésil) et Pierre Benech (ENS de Lyon)

Le LEMATEC (Laboratoire de Ensino da MATemática e TECnologia), s'intéresse aux questions relatives à l'intégration des technologies informatiques à l'enseignement des mathématiques, aussi bien d'un point de vue théorique que méthodologique, et à l'élaboration de supports, en particulier computationnel, à cette intégration, avec comme cadres théoriques, la genèse instrumentale, l'orchestration instrumentale, l'approche documentaire, la théorie anthropologique du didactique, la théorie des registres de représentation sémiotique et la théorie des champs conceptuels. Dans la présentation d'aujourd'hui, Franck Bellemain

s'intéresse plus particulièrement aux activités du groupe LEMATEC de conception et de réalisation de supports computationnels, et Pierre Benech réagit à cette présentation à partir de l'expérience de l'équipe EducTice de l'IFÉ.

Session 10 (20 juin 2018) - *De Lyon (1969) à Shanghai (2020), les congrès ICME pour croiser les expériences d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques dans le monde*, avec Binyan Xu (ECNU, Shanghai), Takeshi Miyakawa (Joetsu University of Education, Japan) & Luc Trouche (ENS de Lyon)

Tous les quatre ans, les congrès CIEM rassemblent des mathématiciens, chercheurs, enseignants ou formateurs du monde entier pour penser les défis majeurs auxquels l'enseignement des mathématiques fait face. Le premier congrès CIEM s'est tenu à Lyon en 1969. Le 14ème congrès CIEM se tiendra à l'East China Normal University (ECNU) de Shanghai en 2020. Profitant de la présence, en juin, de trois membres du comité international de programme (IPC) de CIEM-14, le séminaire proposera un survol de l'histoire des congrès CIEM, quelques éléments de l'expérience des congrès récents, et l'état de préparation du congrès de Shanghai. Enfin seront présentées les recherches en cours, dans ce domaine, portées par une collaboration entre l'ENS de Lyon et l'ECNU, dans le cadre de la plateforme JoRISS.

Toutes ces sessions ont permis de croiser les approches, et d'approfondir les questions en jeu. Il faut relever que plusieurs étudiants et chercheurs impliqués dans ce séminaire contribuent aussi au présent numéro du journal.

2.3 Une conférence internationale et un atelier qui ouvrent de nouvelles perspectives

La conférence internationale Re(s)ources 2018 s'est tenue à l'IFÉ du 28 au 30 mai 2018. Elle a réuni 130 chercheurs, venus d'une trentaine de pays (dont 18 chercheurs venus du Brésil). Elle a permis d'approfondir les questions relatives aux ressources des enseignants dans quatre groupes de travail, dédiés à : l'analyse du système de ressources des enseignants ; les méthodologies d'étude ; les notions d'expertise et de compétence ; et les questions spécifiques liées aux ressources numériques. Elle a aussi

intégré un panel⁵ consacré au rôle du professeur comme concepteur, ou co-concepteur de ressources, dans 5 situations nationales contrastées (Angleterre, Brésil, Chine, France et Japon). Les actes de la conférence sont déjà disponibles (Gitirana et al. 2018), et les vidéos des conférences et du panel sont accessibles en ligne (<https://resources-2018.sciencesconf.org/>). Après la conférence, un atelier pour les jeunes chercheurs a permis de travailler, pendant deux jours, des questions plus précises, comme le développement de webdocuments supports à l'activité des enseignants et des chercheurs, ou encore l'étude des systèmes de noms que les professeurs mobilisent quand ils interagissent avec les ressources de leur enseignement⁶.

En conclusion

Ces expériences internationales mettent en évidence, selon moi, trois faits majeurs : le fait que le travail des professeurs repose, essentiellement, sur des interactions avec une variété de ressources (en particulier numériques) ; le fait que ce travail a une très forte composante collective ; enfin le fait que les chercheurs du domaine doivent s'impliquer, à différents niveaux, dans ces interactions avec les enseignants et avec les ressources. C'est tout l'intérêt du projet PREMaTT⁷, qui repose, à Lyon, sur un réseau d'établissements scolaires (écoles et collèges) dans lesquels les enseignants développent de « petites fabriques de ressources ». Ces fabriques interagissent entre elles, et aussi par l'intermédiaire d'un laboratoire pédagogique d'innovation numérique. Les chercheurs contribuent à l'émergence de modèles communs de ressources, qui permettent la mutualisation des expériences. Ils contribuent aussi à l'analyse réflexive du travail des acteurs. Ce dispositif apparaît alors comme un moyen de développement professionnel, pour les enseignants comme pour les chercheurs impliqués. Une affaire à suivre ! Et une expérience à croiser avec d'autres expériences du même genre qui se développent au niveau international... La prochaine étude de l'ICMI⁸

5. <https://resources-2018.sciencesconf.org/resource/page/id/2>

6. <https://resources-2018.sciencesconf.org/resource/page/id/10>

7. PREMaTT : Penser les Ressources de l'Enseignement des Mathématiques dans un Temps de Transitions <http://ife.ens-lyon.fr/ife/recherche/groupe-de-travail/prematt>

8. L'ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) lance régulièrement des études sur des questions critiques pour l'enseignement des mathématiques

portera sur « Mathematics teachers working and learning in collaborative groups », une occasion de fructueuses rencontres !

Recebido em: 30/09/2018

Aprovado em: 30/11/2018

Références

- ANSELMO, B.; DELOUSTAL-JORRAND, V.; BURBAN, A.; FRECHET, M.; MERCAT, C. & TROUCHE, L. (2016). Rencontre franco-algérienne autour des enjeux de l'enseignement des mathématiques, *Bulletin de la CFEM*, 38, 8-10, <http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/lettre-cfem-mai%202016/>
- ARTIGUE, M. (2012). Les défis de l'enseignement des mathématiques dans l'éducation de base. Paris: Unesco <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001917/191776f.pdf>
- BELLEMAIN, F. & TROUCHE, L. (2016). *Compreender o trabalho dos professores na concepção e utilização recursos no seu ensino*, I Simpósio Latinoamericano de Didática da Matemática, 01 a 06 de novembro de 2016, Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil, retrieved at. <https://drive.google.com/file/d/0B6OphkgfrkD3eGRISW1iVHg3YjQ/view>
- GITIRANA, V.; MIYAKAWA, T.; RAFALSKA, M.; SOURY-LAVERGNE, S. & TROUCHE, L. (Eds.) (2018). *Proceedings of the Re(s)ources 2018 international conference*. ENS de Lyon, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01764563>
- GOOYA, Z. & GHONYAMAZAD, S. (2016). Mathematics education in Iran: a much needed academic field. *Bulletin de la CFEM*, 37, 10, <http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/lettre-cfem-mars%202016/>
- GUEUDET, G. & TROUCHE, L. (2016). Do Trabalho documental dos professores: gênese, coletivos, comunidade. O caso da matemática. *Revista de Educação Matemática e Tecnológica Ibero-americana*, 6(3), <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/2243>
- PEPIN, B.; XU, B.; TROUCHE, L. & WANG, C. (2016). Developing a deeper understanding of *mathematics teaching expertise*: Chinese mathematics teachers' resource systems as windows into their work and expertise. *Educational studies in Mathematics*, 94(3), 257–274, <http://rdcu.be/koXk>
- ROCHA, K.D.M. & TROUCHE, L. (2016). Da produção coletiva de livros didáticos digitais aos usos feitos professores de Matemática: o caso do grupo francês Sésamath. *Revista de Educação Matemática e Tecnológica Ibero-americana*, 6(3), <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/emteia/article/view/2246>

- SOKHNA, M. (2006). *Formation à distance des professeurs de mathématiques au Sénégal, genèse instrumentale de ressources pédagogiques*. Thèse Université Montpellier 2. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00917620>
- SOKHNA, M. & TROUCHE, L. (2015). Formation mathématique des enseignants : quelles médiations documentaires ? in Laurent Theis (ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage*, Actes du colloque EMF2015 – GT6, pp. 624-639, Espace mathématique francophone, Alger 10-14 octobre <http://emf.unige.ch/files/1614/6410/2182/EMF2015GT6SOKHNA.pdf>
- SOKHNA, M. & TROUCHE, L. (2016). Repenser la formation des enseignants en France et au Sénégal : une source d'interactions fécondes. In M. Artigue (coord.), *La tradition didactique française au delà des frontières. Exemples de collaborations avec l'Afrique, l'Amérique latine et l'Asie* (pp. 27-38). Présentation de la communauté didactique française à ICME 13, Hambourg, <http://www.cfem.asso.fr/cfem/Collaborationsdidactiquesfrancaises.pdf>
- TROUCHE, L. (2005). Les IREM : des raisons des réseaux. *Plot* 11, 2-7, consulté le 17 mai 2016 à <http://www.apmep.fr/IMG/pdf/IREM.pdf>
- TROUCHE, L. (2014). L'enseignement des mathématiques aujourd'hui, problèmes et perspectives. *EducRecherche, revue de l'INRE, Dossier spécial sur les mathématiques*, 7, 42-50, <http://www.inre-dz.org/documents/docrevue/revue%2007%20FR.pdf>
- TROUCHE, L. (2015a). Enseigner les mathématiques à Shanghai, *Bulletin de la CFEM*, 25, 7, <http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/lettre-cfem-fevrier%202015>
- TROUCHE, L. (2015b). Enseigner les mathématiques à Recife. *Bulletin de la CFEM*, 26, 8, <http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/lettre-cfem-mars%202015>
- TROUCHE, L. & WANG, C. (2015c). Une après-midi dans un collège de Shanghai, *Bulletin de la CFEM*, 34, 11-12, <http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/lettre-cfem-decembre%2015>
- TROUCHE, L. (2016a). Eléments de bilan de la présidence de la CFEM (2012-2016), *Bulletin de la CFEM*, 40, 4-8, <http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/lettre-cfem-juin%2016>
- TROUCHE, L. (2016b). Impressions d'Iran. Les enjeux de l'éducation, des enseignants et des maisons des mathématiques, *Bulletin de la CFEM*, 37, 8, <http://www.cfem.asso.fr/liaison-cfem/lettre-cfem-mars%202016>
- TROUCHE, L. (to be published). Evidencing the missing resources of the documental approach to didactics, towards (10) programs of research. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *Resources in Mathematics Teachers' Professional Activity*. Springer series Advances in Mathematics Education. Cham : Springer.

WANG, C. (2018). Mathematics Teachers' Expertise in Resources Work and Its Development in Collectives: A French and a Chinese Cases. In L. Fan, L. Trouche, S. Rezat, C. Qi, & J. Visnovska (Eds.) (pp. 193-213). *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and issues*. Cham: Springer