



HAL
open science

Chercher et apprendre dans ou d'un groupe IREM : Trajectoires d'acteurs et d'actrices

Sylvie Alory, Charlotte Derouet, Luc Trouche

► **To cite this version:**

Sylvie Alory, Charlotte Derouet, Luc Trouche. Chercher et apprendre dans ou d'un groupe IREM : Trajectoires d'acteurs et d'actrices. Repères IREM, 2020, 119, pp.23-44. hal-02554689

HAL Id: hal-02554689

<https://hal.science/hal-02554689>

Submitted on 26 Apr 2020

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.

Auteurs

Sylvie ALORY, IREM de Paris, enseignante de mathématiques en lycée

Charlotte DEROUET, IREM de Strasbourg, maître de conférences en didactique des mathématiques, INSPÉ de l'académie de Strasbourg, LISEC

Luc TROUCHE, ENS de Lyon, Institut français de l'éducation, professeur émérite

Auteur chargé des contacts avec le comité

Luc Trouche, luc.trouche@ens-lyon.fr, 23 rue de l'Aiguillerie, 34000 Montpellier

Titre

Chercher et apprendre dans ou d'un groupe IREM : Trajectoires d'acteurs et d'actrices.

Résumé

Cet article reprend la conférence d'ouverture du colloque organisé à Besançon, du 9 au 11 mai 2019, pour le 50ème anniversaire des IREM. Trois acteurs du réseau croisent leurs trajectoires : Sylvie Alory est enseignante de mathématiques dans un lycée parisien et participe aux groupes IREM à l'université Paris Diderot (Paris 7) depuis 1994 ; Charlotte Derouet a participé pour la première fois à un groupe IREM en 2012 à Paris en tant qu'enseignante de mathématiques en lycée. Depuis 2017 à l'INSPÉ¹ de Strasbourg, elle est impliquée à l'IREM de Strasbourg comme enseignante-chercheure. Luc Trouche a été impliqué dans le réseau des IREM comme stagiaire dès 1978, puis animateur, et responsable d'équipe. Il a dirigé l'IREM de Montpellier de 2000 à 2005. Il a été ensuite professeur à l'INRP, puis l'IFÉ et est professeur émérite de l'ENS de Lyon depuis le 1er janvier 2019. Au travers de leurs trois trajectoires, ils précisent ce que veut dire « Chercher et apprendre dans/d'un groupe IREM » et mettent en évidence l'imbrication des trois volets du triptyque « chercher, former, diffuser »

Mots clés (5 max)

Formation des enseignants ; ingénierie didactique ; IREM ; recherche collaborative ; trajectoire documentaire

¹ ESPE, avant le 1^{er} septembre 2019.

Chercher et apprendre dans ou d'un groupe IREM

Trajectoires d'acteurs et d'actrices

Sylvie Alory, Charlotte Derouet et Luc Trouche

Le 31 juillet 2019

Introduction

Le réseau des IREM a fêté ses 50 ans en 2019. Un âge honorable, propice aux bilans et à une projection vers l'avenir. A cette occasion, il a organisé un colloque à Besançon, du 9 au 11 mai 2019, sur le thème « Enseignement des mathématiques et des sciences : chercher, former, diffuser ». Nous avons eu le plaisir de faire une conférence à trois voix, la commande nous étant faite de nous centrer sur le premier volet du tryptique : « Chercher dans les IREM ». Cet article reprend les grandes lignes de cette conférence.

Nous sommes trois auteurs, avec trois trajectoires différentes au sein du réseau des IREM (figure 1).

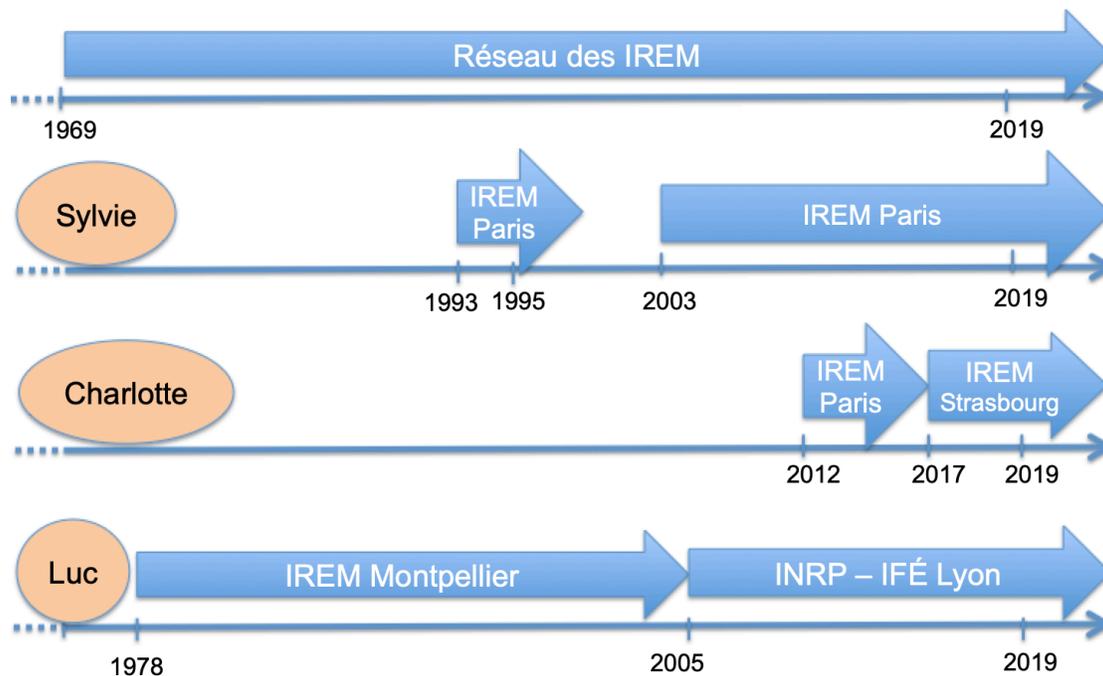


Figure 1. *Trois auteurs, trois trajectoires contrastées*

- Sylvie est enseignante de mathématiques dans un lycée parisien et a rencontré l'IREM à l'université Paris Diderot (Paris 7) en 1993 ;
- Charlotte a participé pour la première fois à un groupe IREM en 2012 à Paris en tant qu'enseignante de mathématiques en lycée. Depuis 2017 à l'INSPÉ de Strasbourg, elle est impliquée à l'IREM de Strasbourg comme enseignante-chercheuse ;
- Luc a été impliqué dans le réseau des IREM comme stagiaire dès 1978, puis animateur, et responsable d'équipe. Il a dirigé l'IREM de Montpellier de 2000 à 2005. Il a été

ensuite professeur à l'INRP, puis à l'IFÉ et est professeur émérite de l'ENS de Lyon depuis le 1er janvier 2019.

À travers nos trois trajectoires différentes, nous précisons ce que signifie « Chercher et apprendre dans/d'un groupe IREM » pour chacun d'entre nous, et nous mettons en évidence l'imbrication des trois volets du triptyque « chercher, former, diffuser ».

1. Le point de vue de Sylvie, animatrice IREM

Professeure de mathématiques, j'ai successivement enseigné au Lycée Jean-Jacques Rousseau à Sarcelles, au collège-lycée François Villon à Paris et je travaille actuellement au lycée La Fontaine à Paris. Durant 5 ans, j'ai également été formatrice en temps partagé à l'IUFM de Paris qui bénéficie de l'implication de nombreux formateurs de groupes IREM de Paris 7. Fabrice Vandebrouck, à qui je dois d'avoir participé à cette conférence à trois voix, m'a demandé de montrer ce que la participation aux groupes IREM m'avait apporté.

1.1 Une première rencontre : le groupe M. :A.T.H

Ma première rencontre avec l'IREM de Paris 7 s'est faite en début de carrière avec le groupe M. :A.T.H.² dont j'ai suivi les travaux pendant 3 ans. Là, j'ai appris à lire des textes historiques et à m'intéresser à l'histoire de ma discipline, point que ma formation universitaire avait éludé. Cela m'a permis d'introduire une dimension historique dans mon enseignement et de proposer aux élèves de travailler sur des textes historiques. Les nouveaux programmes du lycée, en vigueur à partir de septembre 2019, introduisent aujourd'hui clairement cet aspect dans notre enseignement, mais à ce moment-là de ma carrière, je n'étais pas en mesure d'apporter ma contribution au groupe et on m'a laissée (ap)prendre. Ce fut un formidable outil de formation continue !

Tout au long de ma carrière, j'ai suivi les formations de l'IREM de Paris 7, des formations de grande qualité qui proposent des travaux pour la classe, proches de nos préoccupations d'enseignant. L'alliance d'enseignants du supérieur, de didacticiens et de professeurs du secondaire dans ces formations fait la qualité de celles-ci, entre apports théoriques et activités pour les élèves. Je tiens à citer la dernière formation en date que j'ai suivie : "Histoire de l'astronomie en classe de mathématiques" (animée par Martine Bühler et Renaud Chorlay) qui trouvera une application en classe, dans l'enseignement scientifique en classe de première. En pensant IREM, c'est donc le premier aspect qui me vient à l'esprit : former, être formé. Avant de former pour l'IREM, j'ai été formée par l'IREM et le suis toujours. Suivre ces formations est, pour moi, un outil de formation continue privilégié.

Participer aux groupes IREM est un autre moment de formation continue. C'est un lieu où l'on échange avec des collègues autour des difficultés à enseigner telle ou telle notion, un tel lieu faisant défaut au sein des établissements scolaires. Peut-être la création des laboratoires de mathématiques palliera-t-elle ce manque de travail commun au sein des équipes ? Un groupe IREM est un lieu de partage avec nos collègues du supérieur et particulièrement avec nos collègues didacticiens. Par leur intermédiaire, on est amené à lire des textes didactiques que, sans eux, nous n'aurions peut-être jamais lus.

² Mathématiques : approche par les textes historiques.

1.2 Une deuxième rencontre, autour de la formation initiale et continue des enseignants

Après quelques années de rupture, j'ai rencontré de nouveau l'IREM grâce à Christophe Hache. J'ai travaillé à ses côtés à la préparation orale du CAPES de mathématiques à l'université Paris Diderot (Paris 7) et j'ai été recrutée, en temps partagé, à l'IUFM de Paris. J'ai côtoyé alors des membres actifs de l'IREM de Paris 7 qui n'ont pas manqué de m'embarquer dans des aventures au sein de nouveaux groupes : LEO (Langage, écrit, oral) ; GLU (groupe université, lycée) et Analyse. A cette époque, j'accueillais des stagiaires dans mes classes et j'encadrais des mémoires du master MEEF.

Avec Renaud Chorlay, formateur à l'IUFM de Paris, nous avons discuté l'introduction du nombre-dérivé en classe de première, conscients, l'un et l'autre, que nous manquions de solutions à apporter aux étudiants du master MEEF quant à cette introduction. En effet, la définition du nombre-dérivé comme limite du taux d'accroissement, nous le savons tous, est oubliée par les élèves dès qu'ils ont appris les formules de dérivation. Et lorsque nous interrogeons les élèves de terminale sur ce qu'est le nombre-dérivé, nous obtenons des réponses évasives, rarement en lien avec la tangente, encore plus rarement avec le taux de variation, et seule la question « Quelle est la dérivée de x^2 ? » (posée en ces termes !) déclenche des réponses. Pourtant, nous avons tous montré une belle animation, avec le logiciel GeoGebra, de sécantes tendant vers une droite dite « tangente à la courbe ». Renaud et moi avons alors décidé de construire une séquence d'enseignement sur l'introduction du nombre-dérivé en première. Ce travail visait à introduire la tangente en un point à une courbe, à partir du phénomène de rectitude locale au voisinage d'un point, avec un jeu de zoom sur GeoGebra. Ce premier aperçu local et empirique de la tangente à une courbe avait pour but de faire naître la nécessité de construire une définition de la tangente : un point étant connu, cela revient à définir le coefficient directeur de la droite tangente à la courbe en ce point. L'utilisation du calcul formel permettait de mettre en place et de rendre opérationnels des savoir-faire, avant de donner la définition en termes de limite du taux de variation. La classe savait qu'elle cherchait une définition et un moyen de calcul. Ce travail assumait de ne pas donner, en premier, la définition du nombre dérivé et de travailler par phases intermédiaires : définitions provisoires, méthodes à portée limitée dépendant de la nature de la fonction. L'objectif pour nous était d'enseigner différemment : rendre nécessaire pour les élèves de construire une définition est un travail que nous proposons rarement aux élèves, pourtant c'est un travail intrinsèque aux mathématiques. Faisons nôtre cette pensée de Descartes «... et, qu'on ne saurait si bien concevoir une chose, et la rendre sienne, lorsqu'on l'apprend de quelque autre, que lorsqu'on l'invente soi-même »³. Nous pensons, en procédant ainsi, que les élèves mémoriseront mieux la définition qu'ils ont élaborée, car ils en sont les auteurs et qu'ils savent pourquoi ils ont éprouvé la nécessité d'un tel travail⁴.

Nous avons alors présenté ce travail au sein du groupe IREM Analyse, fait tester la séquence par deux enseignants (je n'avais pas cette année-là de classe de première) et collaboré à la rédaction d'une brochure « Un travail sur une approche du nombre dérivé en première » (Alory *et al.*, 2015).

³ Discours de la méthode, 1637.

⁴ Nous avons également proposé ce type de travail pour faire construire aux élèves de terminale S la définition de la suite (u_n) tend vers $+\infty$. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00094-5>

Ce type de recherche, au sein d'un groupe, accompagne la modification de ma pratique plus assurément que lorsque je poursuis seule ma réflexion. Recevoir l'adhésion du groupe, entendre ses oppositions, permet d'oser se lancer. Et comme pour les élèves, avoir élaboré la séquence me convainc de l'intérêt de leur proposer ce type de travail.

Diffuser le travail effectué au sein des groupes est une part importante du travail de l'IREM. Les formations, les brochures et articles en sont le bras armé. J'ai pu observer à cette occasion la difficulté de diffuser nos travaux par l'intermédiaire d'écrits. Cela demande aux collègues d'aller chercher ces brochures donc de connaître le travail des IREM, ce qui ne va pas de soi. La deuxième difficulté pour nos collègues qui lisent ces brochures ou articles est de s'approprier ce travail.

Diffuser des démarches d'enseignement différentes est aussi un objectif des IREM : diffuser la recherche universitaire sur des pratiques différentes (narration de recherche, démarche d'investigation, pratique du problème ouvert...). Transposer la recherche didactique pour la rendre opérationnelle sur le terrain et pour qu'elle rentre dans les pratiques professionnelles est un aspect essentiel du travail des IREM.

Toujours au sein du groupe Analyse, j'ai participé à la rédaction d'une brochure (Alory *et al.*, 2017) autour de la fonction exponentielle. Ce travail est un travail collectif de synthèse des différentes façons d'introduire la fonction exponentielle aux élèves de différents niveaux (lycée et université) et de différentes séries du lycée, d'étudier leurs limites et avantages respectifs pour effectuer un choix raisonné. Il me semble que ce type de travail, dont l'objectif est de présenter un panorama de ce qui a été fait sur un sujet, est essentiel pour le professeur que je suis, mais aussi pour les « jeunes » enseignants. Produire des ressources en libre accès utilisables en classe directement est un apport fondamental des IREM. Lorsque je prépare un cours, après la consultation de livres de mathématiques sur le sujet, regarder ce qui a été fait dans les différents IREM est un réflexe, avant de consulter les manuels scolaires.

1.3 Une troisième rencontre, dans une dynamique de recherche collaborative

Au sein du groupe Analyse, j'ai rencontré Charlotte Derouet. On m'a alors proposé de travailler avec elle dans le cadre de sa thèse. Sa réflexion rejoignait l'une de mes difficultés d'enseignement en terminale : comment enseigner les probabilités continues ? On participe aux groupes IREM très certainement avec l'espoir de trouver des réponses à ce type de problématique. Ce travail de *recherche collaborative*, comme le caractérise Charlotte, m'a permis de m'impliquer dans la recherche-action, l'une des raisons d'être des IREM. Participer à l'élaboration d'une séquence de cours, la tester en classe m'a permis de participer, à ma modeste place, à un travail de recherche.

Par la suite, nous avons participé ensemble à des colloques, été invitées à présenter notre travail lors d'un stage de formation continue, et rédigé un article pour la revue Repères-IREM (Derouet & Alory, 2018). Le triptyque « Chercher, former, diffuser » a ici rencontré toutes ses dimensions.

Et l'avenir ? Les nouveaux programmes de lycée offrent de nombreuses occasions de chercher, former et diffuser. Citons "Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes

d'élaboration⁵... Oui, mais comment ? Nous souhaitons à l'avenir créer un groupe réfléchissant autour de l'enseignement scientifique et ainsi faire venir à l'IREM des professeurs de sciences pour chercher, former et diffuser ensemble.

2. Le point de vue de Charlotte, enseignante-chercheure

Je suis actuellement enseignante-chercheure à l'INSPÉ de Strasbourg. Je fais partie de groupes IREM depuis 2012, à l'époque enseignante de lycée, puis doctorante contractuelle et maintenant formatrice et chercheure en didactique des mathématiques. Quand je travaille dans un groupe IREM, je peux être tantôt l'ancienne enseignante du second degré, tantôt la formatrice d'enseignants, parfois la chercheure, et souvent les trois en même temps ! Dans cet article, je vais m'attarder sur ce que « chercher » au sein d'un groupe IREM signifie pour moi. Plus particulièrement, je vais présenter comment, pendant ma thèse en didactique des mathématiques, j'ai mené mes recherches en collaboration avec Sylvie Alory qui vient de présenter son point de vue.

Cette collaboration a eu lieu dans le cadre de ma thèse (Derouet, 2016) qui porte sur la notion de fonction de densité et dont l'objectif principal a été de concevoir et de mettre en œuvre des tâches mathématiques d'introduction de cette notion. Ces tâches avaient pour but que les élèves construisent cette nouvelle notion et lui donnent du sens pour qu'ils mettent en relation les deux domaines mathématiques en jeu dans le cadre des lois à densité, à savoir les probabilités et l'analyse. De plus, elles devaient être réalisables dans des classes de terminale S « ordinaires », c'est-à-dire sans conditions particulières : sans aménagement du temps de classe, sans utilisation de matériel nouveau, sans modification des objectifs de la classe (prenant notamment en compte le fait que les élèves passent le baccalauréat à la fin de l'année)... La séquence conçue et expérimentée a fait l'objet d'un article dans la revue Repères-IREM (Derouet & Alory, 2018).

Ce n'est pas le contenu ici que je veux développer, mais la méthodologie qui a accompagné cette conception.

2.1. Une méthodologie de type ingénierie didactique collaborative

Pour répondre à cet objectif, une méthodologie de recherche de type ingénierie didactique (Artigue, 1988) paraissait aller de soi. L'ingénierie didactique possède deux caractéristiques principales :

- « (i) Etre une méthodologie basée sur des réalisations didactiques en classe, c'est-à-dire sur la conception, la réalisation, l'observation et l'analyse de séquences d'enseignement,
- (ii) Etre une méthodologie dont la validation est essentiellement interne, fondée sur la confrontation entre analyse *a priori* et analyse *a posteriori* (et non externe basée sur la comparaison des performances de groupes expérimentaux et témoins [...]) ». (Artigue, 2011, p. 20)

Cette méthodologie est un processus expérimental constitué de quatre phases (Artigue, 1988) :

⁵ BO spécial n°1 du 22 janvier 2019 (programme d'enseignement scientifique).

1. Les analyses préalables (analyse épistémologique des contenus visés, analyse curriculaire, analyse de l'enseignement usuel et de ses effets...), sur lesquelles s'appuie la conception de l'ingénierie ;
2. La conception et l'analyse *a priori* de l'ingénierie dans lesquelles le chercheur agit sur un certain nombre de variables permettant, *a priori*, d'engager le processus de validation ;
3. L'expérimentation permettant de recueillir diverses données ;
4. L'analyse *a posteriori* s'appuyant sur ces données et la validation qui se fonde essentiellement sur la confrontation des analyses *a priori/a posteriori*.

Cependant, les productions réalisées pour l'enseignement qui découlent de ce type de recherches ne sont pas directement à destination des classes « ordinaires ». Elles sont issues d'un questionnement de chercheurs pour répondre à des hypothèses de recherche. Perrin-Glorian (2011) s'interroge justement sur les rapports entre recherche et enseignement ordinaire en « regardant l'ingénierie didactique non seulement comme un moyen de faire apparaître des phénomènes didactiques pour la recherche mais aussi comme un moyen pour étudier et faire évoluer l'enseignement ordinaire » (p. 57). La question, dans ma thèse, n'était pas d'adapter une ingénierie didactique existante (car il n'en existait pas sur ce thème mathématique) pour la rendre viable dans une classe « ordinaire » mais de concevoir une ingénierie didactique déjà adaptée à une classe « ordinaire » (si tant est qu'elle puisse être « ordinaire » si elle rentre dans un tel processus expérimental). Pour cela, il est arrivé assez naturellement le besoin de travailler en collaboration avec un/des enseignant(s) du terrain, expérimenté(s) et motivé(s) par ce projet.

Des chercheurs canadiens (Bednarz, Poirier & Desgagné, 2001) proposent justement d'aborder la question de la production de séquences d'enseignement dans une autre perspective que l'ingénierie didactique. Pour eux, une telle production ne peut se passer du point de vue des praticiens, c'est-à-dire des enseignants. Ils parlent alors de recherche collaborative. Desgagné (1997) précise que :

« Le point de vue privilégié par cette approche est [...] celui de l'intervenant (l'enseignant) et des connaissances qui peuvent être construites et mises au service de son intervention de praticien, elle-même définie sur la base de l'ultime responsabilité à laquelle elle renvoie, soit l'apprentissage des élèves ». (p. 372)

Cette approche accorde une place importante à l'association chercheurs et enseignants. Bednarz *et al.* (2001) explicitent l'importance de cette collaboration :

« Il ne s'agit pas seulement [...] de développer des situations d'enseignement riches et pertinentes sur le plan des apprentissages [...] mais de produire des situations qui soient aussi viables en contexte (que valent en effet des scénarios s'ils ne rencontrent aucun écho dans l'expérience ?) ». (p. 45)

Ce travail d'équipe entre enseignants et chercheurs permet de donner plus de poids aux scénarios d'enseignement considérés et de « construire des activités, des interventions non seulement fécondes sur le plan des apprentissages mais aussi viables dans la pratique » (Bednarz *et al.*, 2001, p. 46). La recherche collaborative (figure 2) est caractérisée par une double dimension : une dimension formation, du côté de l'enseignant qui cherche à « se perfectionner », à améliorer ses pratiques, et la dimension recherche, du côté du chercheur. Les deux parties doivent y trouver leur compte : il s'agit en quelque sorte d'un « échange de

services entre des acteurs qui font partie de cultures différentes et qui n'ont pas à répondre aux mêmes finalités » (Desgagné *et al.*, 2001, p. 39).

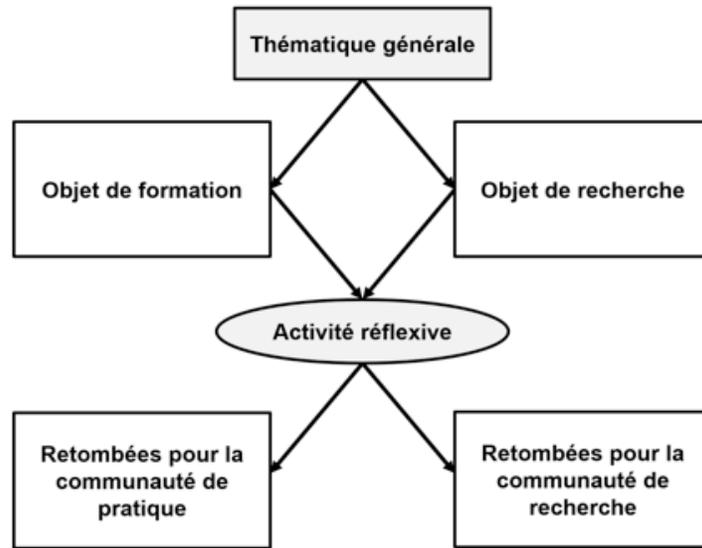


Figure 2. Schéma du modèle de recherche collaborative (inspiré de Desgagné *et al.*, 2001, p. 41)

Un autre point important des recherches collaboratives est sa double finalité : les produits de la démarche et la diffusion doivent à la fois avoir des retombées pour la communauté de recherche et pour la communauté de pratique (les enseignants) (Desgagné *et al.*, 2001, p. 40).

En ce qui me concerne, Sylvie, que j'avais rencontrée à l'IREM de Paris, m'avait fait part lors d'un entretien préalable qu'elle n'était pas satisfaite de ses activités d'introduction de la notion de fonction de densité et était demandeuse de propositions. Ses intérêts et les miens pouvaient donc se retrouver autour de ce projet commun. L'enseignante, Sylvie, est engagée sur la dimension formation (pour sa propre formation dans un premier temps), et moi, en tant que chercheure, suis sur la dimension recherche. Et finalement, nous nous retrouvons sur la finalité en lien avec la formation des enseignants, dans laquelle nous cherchons à diffuser le fruit de notre travail collaboratif (la séquence co-construite).

En revanche, dans les recherches collaboratives, les questions de recherche sont essentiellement centrées sur les activités réflexives en jeu pendant ce travail collaboratif et donc plutôt focalisées sur l'enseignant. Etant donné que, dans ma thèse, j'abordais des questions liées aux apprentissages et à la construction d'un nouveau savoir mathématique, il a semblé intéressant d'articuler à la fois l'ingénierie didactique, avec cette dimension collaborative. C'est l'articulation de ces deux méthodologies que j'ai nommée ingénierie didactique collaborative (Derouet, à paraître).

2.2 Description des phases de la méthodologie

La méthodologie est divisée en quatre phases reprenant celles de l'ingénierie didactique auxquelles peut s'ajouter la phase de diffusion, pour répondre à la finalité des retombées pour la communauté des enseignants (figure 3).

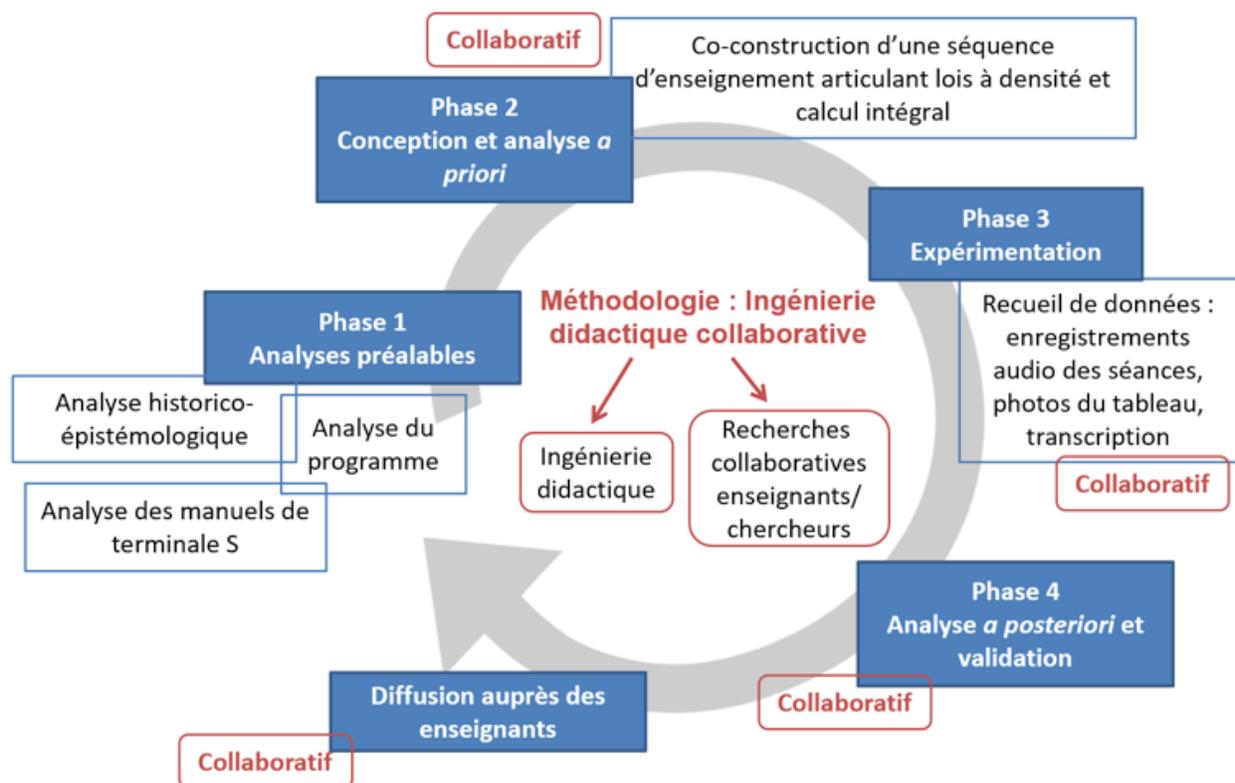


Figure 3. Différentes phases de l'ingénierie didactique collaborative

J'ai pris en charge, seule, les analyses préalables (phase 1), à savoir les analyses historiques et épistémologiques et les analyses du programme et des manuels. Ensuite, avant de commencer la phase de conception (phase 2), il a fallu que Sylvie définisse ses « contraintes » pour que je puisse les prendre en compte dans la première étape de conception. Les contraintes fixées par Sylvie étaient de plusieurs types :

- Contraintes de temps : les séances d'introduction ne devaient pas dépasser le temps qu'elle y consacrait avant, ainsi que la durée totale de la séquence ;
- Contraintes de résultats : les élèves devaient être capables *a minima* de résoudre les mêmes types de tâches à la fin de la séquence ;
- Contraintes matérielles : les séances d'introduction devaient se dérouler en classe entière, avec une salle seulement équipée de l'ordinateur de l'enseignant pouvant être vidéoprojeté.

De plus, j'ajoutais la contrainte de proximité avec les habitudes de l'enseignante, m'appuyant sur les recherches en didactique des mathématiques qui montrent que les pratiques des enseignants expérimentés sont stables (Robert, 2008). En ce sens, il n'était pas raisonnable de proposer des séances trop éloignées des habitudes de Sylvie. En prenant appui sur ses cours des années précédentes et en intégrant les contraintes exprimées, j'ai pu faire des premières propositions. Le travail de co-construction de la séquence s'est fait avec de nombreux allers-retours entre Sylvie et moi avec des discussions qui ont eu lieu lors de réunions de travail, par mail ou par téléphone. Ce travail a permis des améliorations, des

adaptations, des clarifications... Il me semble que cette co-construction est aussi indispensable pour ensuite permettre une mise en place fidèle de l'ingénierie, du fait qu'elle est été validée *a priori* à la fois par l'enseignante et la chercheure.

La collaboration s'est ensuite poursuivie au cours des trois semaines d'expérimentation. Bien entendu, Sylvie avait le rôle principal lors de cette phase, cependant j'étais présente dans le fond de la classe lors de toutes les séances pour observer, de plus nous opérons, ensemble, des adaptations au fur et à mesure. Enfin, les analyses *a posteriori* et la validation (phase 4) donnent à nouveau matière à une phase collaborative. J'ai analysé les déroulements avec le filtre de mes outils théoriques, quand Sylvie a aussi joué un rôle pour la validation. En effet, en plus de la confrontation entre analyse *a priori* et *a posteriori* pour la validation interne, j'ai ajouté une validation externe, qui prend en compte que les contraintes imposées par l'enseignante avaient bien été respectées. De plus le ressenti de l'enseignante sur son enseignement et l'apprentissage de ses élèves a aussi été pris en compte.

Une fois le travail de recherche achevé, la collaboration ne se termine pas, mais se poursuit par la diffusion de la séquence. Sylvie et moi avons eu l'occasion de partager le fruit de ce travail collaboratif auprès d'enseignants de mathématiques à plusieurs reprises, que ce soit lors des journées APMEP (Alory & Derouet, 2016), ou encore lors de la formation « Probabilités-statistique » de l'IREM de Paris proposée au PAF des académies de Paris et Créteil (2016, 2017) ou encore lors d'une conférence à l'IREM de Strasbourg (Alory & Derouet, 2018). Nous avons aussi eu l'occasion de partager dans cette revue les détails de la séquence. Trois ans après ce travail de thèse, nous sommes encore investies dans sa diffusion.

2.3 Quels apports, pour l'enseignante/pour la chercheure, de ce type de collaboration ?

Outre une rencontre riche, sur le plan humain, cette collaboration nous a été bénéfique à chacune sur le plan « professionnel ».

Pour Sylvie, qui reprend ici la parole, ce travail m'a permis de :

- Proposer à mes élèves une séquence originale ;
- Partager ce travail avec un collègue, puis avec des collègues ;
- Participer à une formation continue à l'IREM de Paris sur statistique et probabilités ;
- L'occasion de participer à des colloques et de présenter notre travail ;
- Participer à l'écriture d'un article pour la revue Repères-IREM n°113 (Derouet & Alory, 2018) ;
- Être invitée à l'IREM de Strasbourg pour présenter ce travail aux collègues de Charlotte.

Pour moi, Charlotte, je trouve que ce travail nous a obligées à faire des compromis constructifs, pour finalement arriver à un bel équilibre entre un véritable appui didactique lors de la conception tout en rendant la séquence acceptable par les enseignants et donc « viable » dans une classe « ordinaire ». Ce double regard permet aussi selon moi de « gagner en crédibilité » auprès des enseignants lors de la diffusion de la séquence. En effet, les enseignants en formation sont énormément sensibles au fait qu'une collègue ait déjà mis en place les différentes séances et puissent leur raconter ce qui s'est passé, son ressenti... tout en ayant aussi l'oreille sur les réflexions qui ont amené à la construction de cette séquence.

Je pense que nous pouvons finir en disant que ce type de collaboration permet des apports mutuels enrichissants, du fait que les points de vue sont différents. De plus, chercheurs et enseignants ont une temporalité très différente : le chercheur peut passer plusieurs années sur un sujet tandis que l'enseignant doit faire son cours dans une semaine... Ce décalage, qui parfois peut être vu comme un inconvénient, est (me semble-t-il) finalement un avantage pour réussir à concevoir une séquence qui satisfasse les deux parties. La collaboration permet de « donner » du temps à l'enseignant, tout en prenant en compte sa connaissance du terrain.

2.4 Et après ?

Présenter notre travail lors de colloques ne suffit pas pour véritablement diffuser la séquence. Tout d'abord, nous ne pouvons pas tout dire en une heure et l'oral ne permet pas de tout garder. De plus, un temps d'appropriation est nécessaire pour les enseignants. Enfin, par ce biais, nous ne pouvons toucher finalement que très peu d'enseignants, d'où l'idée de créer une ressource en ligne. Internet permet un accès libre et illimité aux différentes séances, permet de mettre à disposition des fichiers, d'ajouter des compléments que les enseignants vont ou ne vont pas voir... Depuis 2018, je suis responsable du projet Co@Diff⁶ soutenu par le Groupement d'Intérêt Scientifique « Education et formation » de l'INSPÉ de Strasbourg. Après la conception, je m'intéresse maintenant à la diffusion à plus grande échelle de la séquence, avec la création d'une ressource en ligne.

Dans ce cadre, j'effectue à nouveau un travail collaboratif, cette fois-ci avec des enseignants du groupe « Enseigner à travers des problèmes » de l'IREM de Strasbourg. Cette collaboration se joue sur plusieurs plans : certains enseignants mettent en place la séquence dans leur classe (permettant de tester la reproductibilité effective de celle-ci, avec une autre classe et un autre enseignant n'ayant pas participé à la construction de la séquence) et contribuent à la réflexion sur ce qui doit ou ne doit pas être dans la ressource, sous quelle forme... De plus, nous avons mené au sein du groupe la conception d'un questionnaire sur les usages, les attentes et les besoins des enseignants en ce qui concerne les ressources pour leur enseignement, notamment en probabilités. Ce questionnaire en ligne a été diffusé dans toute la France aux enseignants du second degré. Nous avons reçu près de 1000 réponses. Ces résultats sont actuellement en cours d'analyse. Ils ont pour but de nous renseigner sur les informations à mettre en avant ou non dans notre ressource en ligne.

3. Le point de vue de Luc, ancien directeur d'IREM

Je suis à la retraite depuis le 1^{er} janvier 2019, et professeur émérite de l'ENS de Lyon jusqu'au 1^{er} janvier 2022. Un bon moment pour un regard rétrospectif. J'ai vécu toute ma carrière avec des relations fortes avec les IREM, 30 ans avec l'IREM de Montpellier, puis 15 ans avec l'IREM de Lyon (depuis mon poste à l'INRP, puis à l'Institut français de l'éducation). Je suis arrivé dans le réseau dans cette vague portée par les aspirations politiques, sociales, culturelles de mai 1968 qui ont permis la création des IREM. Je me rappelle en particulier, en 1974, ma dernière

⁶ Projet Co@Diff « De la conception d'une séquence d'enseignement à sa diffusion auprès des enseignants de mathématiques : développement d'une ressource en ligne sur l'enseignement des lois à densité en articulation avec le calcul intégral en terminale S ».

année à l'Université de Montpellier comme étudiant, la création d'un "comité critique de la science", avec certains des premiers animateurs de l'IREM et la participation d'Alexandre Grothendieck...

Je vais reprendre le concept de trajectoire documentaire développé dans la thèse de Rocha (2019) pour préciser mon itinéraire annoncé en introduction, en mettant en parallèle (figure 4) les événements qui ont marqué ma carrière, les positions successives que j'ai occupées, les collectifs qui ont nourri mon action et enfin les ressources principales que j'ai contribué à concevoir. Je ne vais pas pouvoir décrire dans le détail cette trajectoire, marquée tout au long par le réseau des IREM, comme incubateur d'expériences, de ressources et de connaissances.

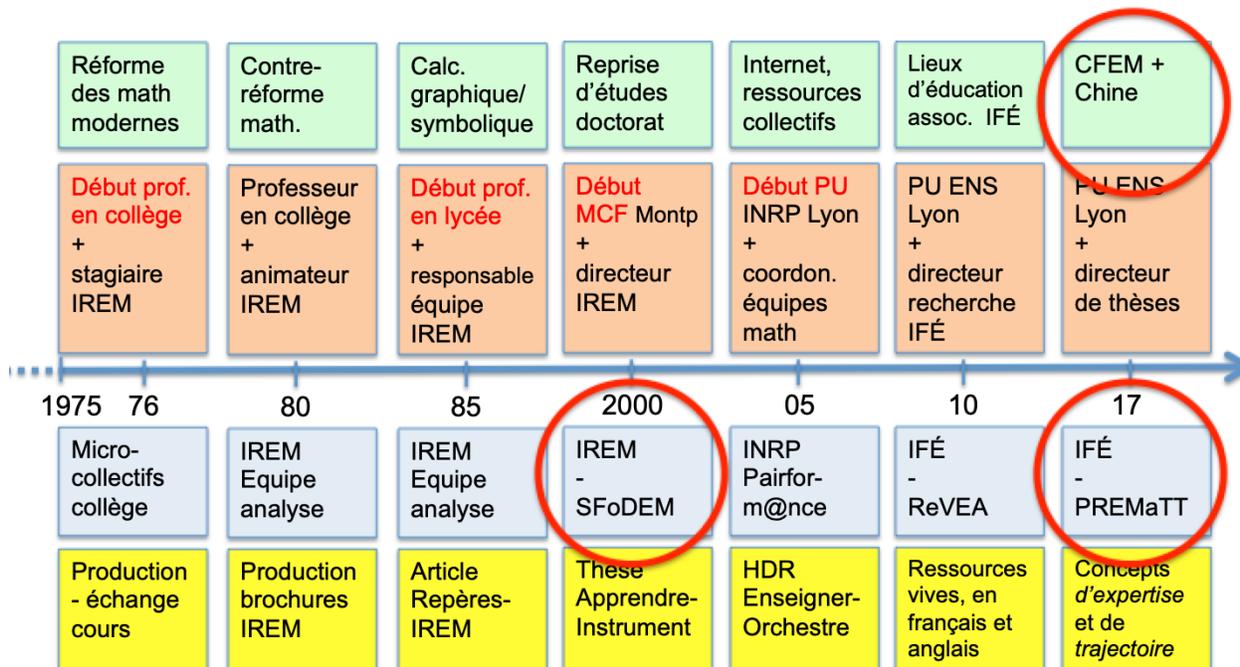


Figure 4. Trajectoire d'un enseignant-formateur-chercheur, de 1975 à 2019

Je voudrais insister sur trois moments particuliers : l'expérience du SFoDEM à l'IREM de Montpellier, l'expérience PREMaTT en collaboration avec l'IREM de Lyon, et l'expérience de collaboration avec l'East China Normal University de Shanghai (ECNU).

3.1 L'expérience du SFoDEM

La première expérience que je voudrais évoquer ici s'est déroulée de 2000 à 2005, dans l'académie de Montpellier, soutenue par une synergie entre institutions (IREM, mais aussi rectorat, IUFM, CRDP et Université Montpellier 2). Il s'agit du SFoDEM (Suivi de Formation à Distance des Enseignants de Mathématiques), initiée par Dominique Guin, directrice de l'IREM de Montpellier avant 2000, cette expérience a été, à l'époque, largement diffusée dans le réseau, via les commissions inter-IREM, les colloques et les revues (Guin & Trouche, 2008).

Il s'agissait de soutenir les professeurs de mathématiques dans leur travail d'intégration des TICE (Technologies d'information et de communication pour l'enseignement), à partir d'un dispositif de formation hybride, c'est-à-dire combinant des phases de formation en présence, et des phases de formation à distance, via une plateforme permettant une continuité des

échanges. Quatre thèmes de formation avait été choisis, correspondant à l'expertise dont disposait l'IREM de Montpellier, des thèmes suffisamment variés pour s'assurer d'une certaine généralité des résultats obtenus : la transition arithmétique-algébrique, l'intégration des logiciels de géométrie dynamique à travers des fichiers rétro-projetables, l'intégration des calculatrices graphiques pour l'enseignement de l'analyse et la résolution collaborative de problèmes via Internet (un thème qui s'est développé jusqu'à aujourd'hui avec le projet RESCO de l'IREM de Montpellier, pour RESolution COLlaborative de problèmes).

Le dispositif SFoDEM reposait sur une structure (figure 5) coordonnée par une cellule de formation regroupant les pilotes (chercheurs en didactique des mathématiques ou en informatique) et les formateurs. Les formateurs, comme les stagiaires (4 formateurs et 20 stagiaires par thème) s'engageaient, en rentrant dans ce dispositif, à concevoir ensemble, expérimenter dans leurs classes, et réviser, des ressources correspondant au thème de leur groupe, et ce, de façon continue. Il s'agissait d'un investissement important, nécessitant du temps : dans les premières années du SFoDEM, l'implication des acteurs était reconnue à hauteur de quatre heures par semaine pour les formateurs, et de deux heures par semaine pour les stagiaires. Enfin, la participation à ce dispositif sur plusieurs années consécutives était recommandée, dans l'hypothèse que les évolutions professionnelles, surtout dans des domaines incertains de la pratique, demandaient du temps.

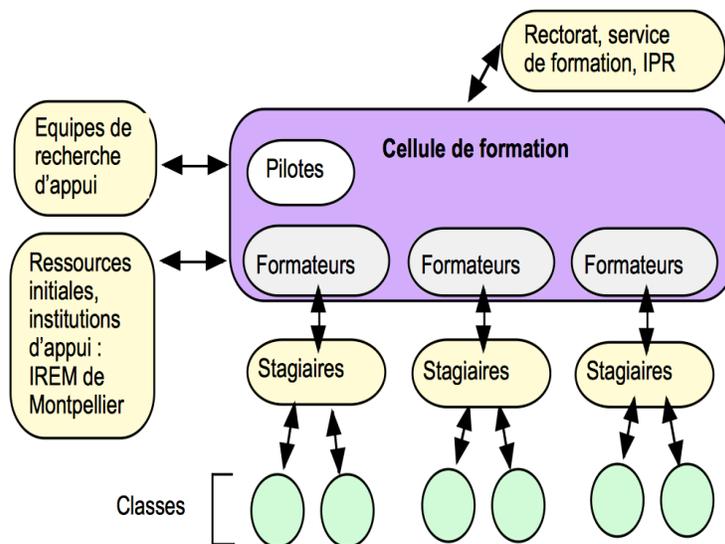


Figure 5. La structure SFoDEM articulant, au sein de chaque thème de formation, le travail des chercheurs, des formateurs et des stagiaires

Un cédérom (Guin, Joab & Trouche, 2008) donne accès aux principaux résultats du dispositif, qui, principalement a permis l'émergence d'un modèle de ressources (figure 6) et d'un modèle de dispositif. Cette question du modèle de ressource est essentielle, elle rejoint le questionnement de Charlotte (§ 2.4) sur les informations à intégrer dans une ressource en ligne, pour faciliter son appropriation et sa mise en œuvre. Ce modèle de ressource, composé d'un ensemble de pièces articulées, réifie l'expérience du SFoDEM, et, plus profondément, l'expérience de l'IREM de Montpellier et du réseau, par exemple :

- l'existence, dans ce modèle, d'une fiche technique, permet de séparer ce qui relève du projet pédagogique et ce qui relève des potentialités et des contraintes des TICE

mobilisées : les choix didactiques, intégrés dans les scénarios d'usage, doivent prendre en compte ce projet, ses potentialités et ses contraintes. C'est le fruit de l'expérience de l'équipe Analyse de l'IREM de Montpellier (Guin & Trouche, 1999) ;

- la prise en compte des variables de la situation - les variables didactiques est le produit de l'infusion des théories didactiques, en particulier la théorie des situations (Brousseau, 1998) dans le réseau des IREM ;

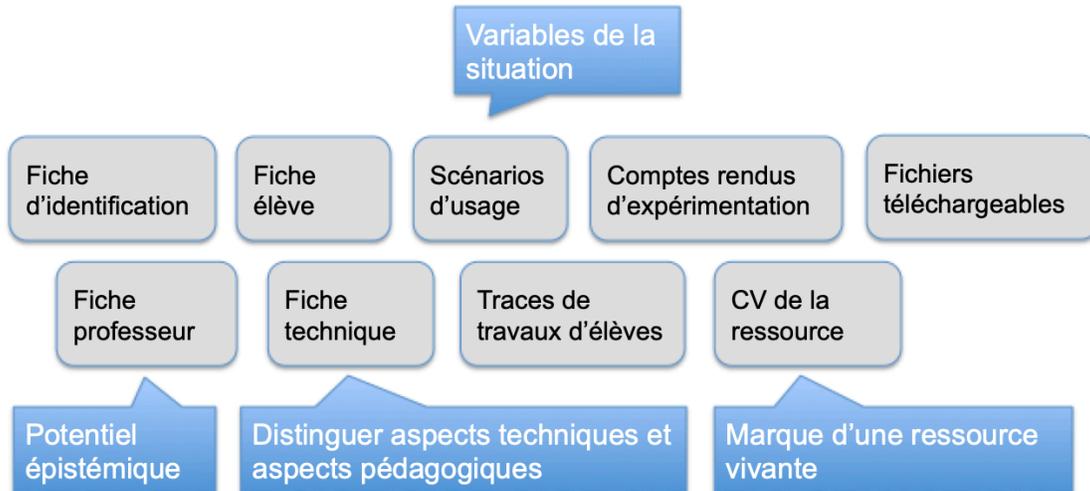


Figure 6. Le modèle de ressources produit par le SFoDEM (Guin, Joab et Trouche, 2008)

- La place faite aux traces des travaux d'élèves est le fruit de l'expérience du groupe de l'IREM de Montpellier qui a introduit les "narrations de recherche" (Sauter, 1998) et les a développées au sein du SFoDEM dans le thème "Résolution collaborative de problèmes via Internet". Les traces de travaux d'élèves sont alors ce qui permet vraiment de donner à voir le potentiel du problème proposé. Et ce qui apparaît indispensable dans le cadre de ce thème paraît aussi pertinent pour les autres thèmes.

Ce modèle met en évidence que la diversité des équipes de l'IREM est une richesse, dès lors qu'un projet commun les réunit. Ce modèle de ressources constitue un appui pour les auteurs de ressource (en tant que guide pour la conception) et pour les utilisateurs (en tant que guide pour l'appropriation). L'existence d'un CV de la ressource traduit une hypothèse forte du SFoDEM : toute *adoption* d'une ressource par un utilisateur donné suppose une *adaptation*. Le CV de la ressource permet de garder la trace de ces adaptations successives. Tout utilisateur s'inscrit ainsi dans une chaîne de conception, il apporte sa pierre au patrimoine commun. Le SFoDEM, de fait, ouvre la voie aux co-conceptualisations ultérieures de *ressources vivantes* (Gueudet & Trouche, 2008).

Le SFoDEM met aussi en évidence le caractère productif de la collaboration de proximité : la formation marche mieux quand des enseignants d'un même établissement scolaire sont impliqués dans le dispositif. Il met aussi en évidence que le processus de conception collaborative marche mieux quand il est initié, non pas par des ressources expertes, mais par des germes de ressources (une animation géométrique, un questionnement mathématique ou didactique) qui puisse susciter une variété de propositions qu'il s'agira de confronter, de tester et de mettre dans une forme transmissible à d'autres.

Bref, c'est toute la problématique de "faire du commun" qui est en jeu dans le SFoDEM. Je me rappelle que, au même moment, nous avions une discussion au sein de l'ADIREM autour d'une politique commune de publication au sein du réseau (brochures, revues) : un questionnement toujours actuel !

3.2 L'expérience PREMaTT

Le SFoDEM a nourri un ensemble d'expériences, je ne retiens que la dernière en date, le programme PREMaTT (Penser les ressources de l'enseignement des mathématiques dans un temps de transitions <http://ife.ens-lyon.fr/ife/recherche/groupes-de-travail/prematt>). Il s'est déroulé, de 2017 à 2019, dans l'académie de Lyon, sur la base aussi d'un partenariat large : l'IFÉ et ses lieux d'éducation associés (<http://ife.ens-lyon.fr/lea>), l'Institut Carnot de l'éducation Auvergne Rhône-Alpes (<http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/institut-carnot-de-leducation>), l'IREM et l'ESPÉ (Alturkmani *et al.*, 2019). Il s'agissait, dans ce cadre, de soutenir le travail des enseignants de mathématiques confrontés à une triple transition : une transition d'un ancien programme à un nouveau (la réforme s'appliquant en septembre 2016), une transition de l'école primaire au collège (le cycle 3 regroupant CM1, CM2 et classe de 6ème) et une transition numérique. Ce programme était organisé en trois chantiers : penser un modèle de ressources mutualisables pour l'introduction de l'algèbre à l'école et au collège ; penser un modèle de laboratoires de conception de ressources ; penser un modèle de développement professionnel des enseignants basé sur une stimulation de leur réflexivité et de leur collaboration. C'était un programme ambitieux, qui n'aurait pu se développer sans l'expérience préalable des acteurs impliqués : expérience des enseignants dans l'équipe Sésames autour d'un renouvellement de l'enseignement de l'algèbre (Coppé, Piolti-Lamorthé & Roubin, 2017), expérience des chercheurs autour de l'analyse des interactions des enseignants avec ressources (Gueudet & Trouche, 2008), expérience enfin d'un ingénieur pédagogique autour des processus agiles de conception (Sperano *et al.*, 2019) et enfin l'expérience d'une chercheuse autour de l'analyse des trajectoires de développement. Le projet PREMaTT, a agi en fait comme une interface où se sont branchées des expériences variées mais complémentaires.

La structure du dispositif (figure 7) traduit, par rapport au SFoDEM, une sorte d'inversion de la démarche : alors que le SFoDEM partait d'un dispositif de formation vers des groupes thématiques, et enfin vers les établissements, PREMaTT part des établissements, conçus comme autant de 'petites fabriques' vers un incubateur qui permet de mutualiser les propositions de ressources et discuter leurs mises en oeuvre. Les acteurs du projet qui sont aussi à l'IREM, à l'ESPÉ et à Sésames infusent dans les petites fabriques les ressources déjà développées.

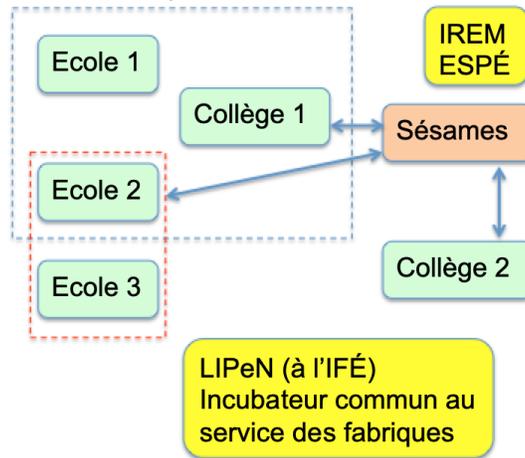


Figure 7. La structure du projet PREMaTT (Alturkmani et al., 2018)

Une autre différence avec l'expérience SFoDEM apparaît clairement : la prise en compte, dans PREMaTT, des *conditions matérielles* de la conception de ressources : le LIPeN (Laboratoire d'innovation pédagogique et numérique) est tout entier construit dans cette perspective (des murs sur lesquels on peut écrire, des tables et tableaux mobiles, des caméras à disposition) ; des méthodes (Carte d'Expérience, World Café, Jigsaw, vidéos collaboratives) sont proposées pour stimuler le travail collaboratif et la réflexivité des acteurs (Alturkmani et al., 2019). Le jeu entre conception dans les petites fabriques et conception dans le LIPeN va favoriser l'émergence de laboratoires de conception (deuxième chantier PREMaTT) dans les établissements scolaires adaptant certains outils du LIPeN aux besoins et contraintes locales (figure 8).

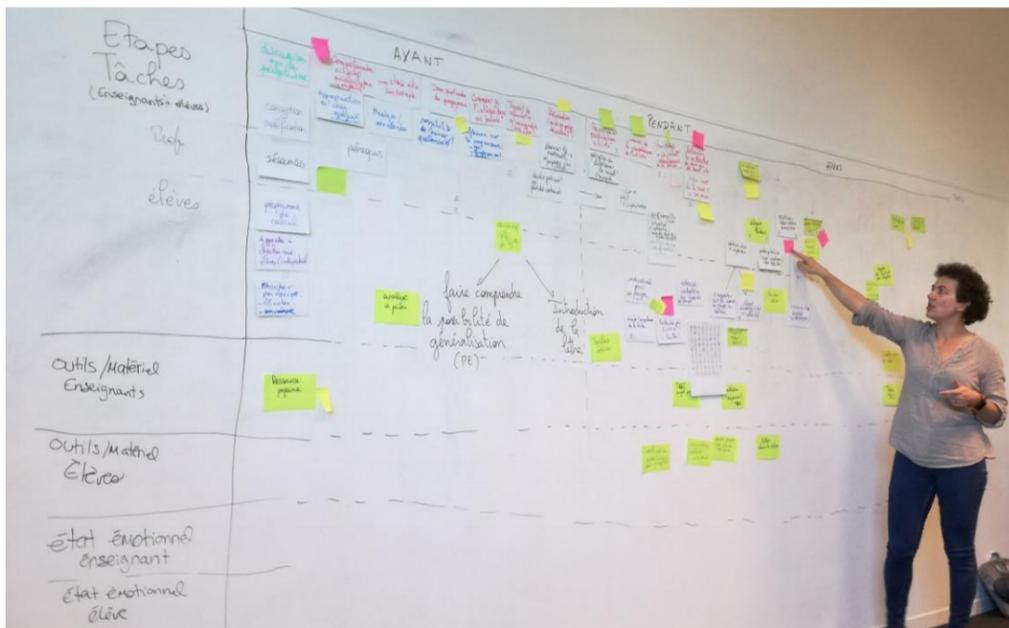




Figure 8. Travail autour d'une carte d'expérience au LIPeN (en haut), puis (en bas) dans la salle de classe d'une petite fabrique (Alturkmani et al., 2018)

Dans ce processus, émerge aussi un modèle de ressource (premier chantier PREMaTT, davantage identifié comme "ce que devrait contenir une ressource idéale" que comme un guide de conception (voir extrait de ce modèle, figure 9).

Analyse a posteriori par le ou les enseignants
Contexte de la mise en œuvre
Bref rapport du déroulement (principales actions menées par le professeur pour atteindre l'objectif d'apprentissage)
<input type="checkbox"/> Décalage entre le plan et la mise en œuvre effective (Difficultés rencontrées et mesures prises pour faire face, modifications : adaptations du plan et leurs motivations)
<input type="checkbox"/> Evaluation du déroulement en termes d'atteinte des objectifs visés
<input type="checkbox"/> Sélection de productions d'élèves (écrites ou orales) et accompagnée d'une brève analyse
<input type="checkbox"/> Modifications envisagées pour une future mise en œuvre

Figure 9. Extrait du modèle de ressources relatif à l'analyse a posteriori (Alturkmani et al., 2018)

Ce caractère non opérationnel du modèle de ressources, ressenti plus comme une contrainte chronophage que comme une aide, est lié sans doute au fait que PREMaTT était, essentiellement, un cadre de travail en présence pour les enseignants. La nécessité d'explicitier les démarches pour les autres était donc moins apparente que dans le cadre du SFoDEM.

Le troisième chantier était lié à l'analyse du développement professionnel des enseignants, sous la forme de trajectoires (figure 10) qui leur permettaient de mettre en évidence, eux-mêmes, les évolutions perçues, et le moteur, les raisons, de ces évolutions. Ce chantier est

apparu particulièrement productif pour comprendre les dynamiques en jeu dans le projet, ses points forts et ses points faibles.

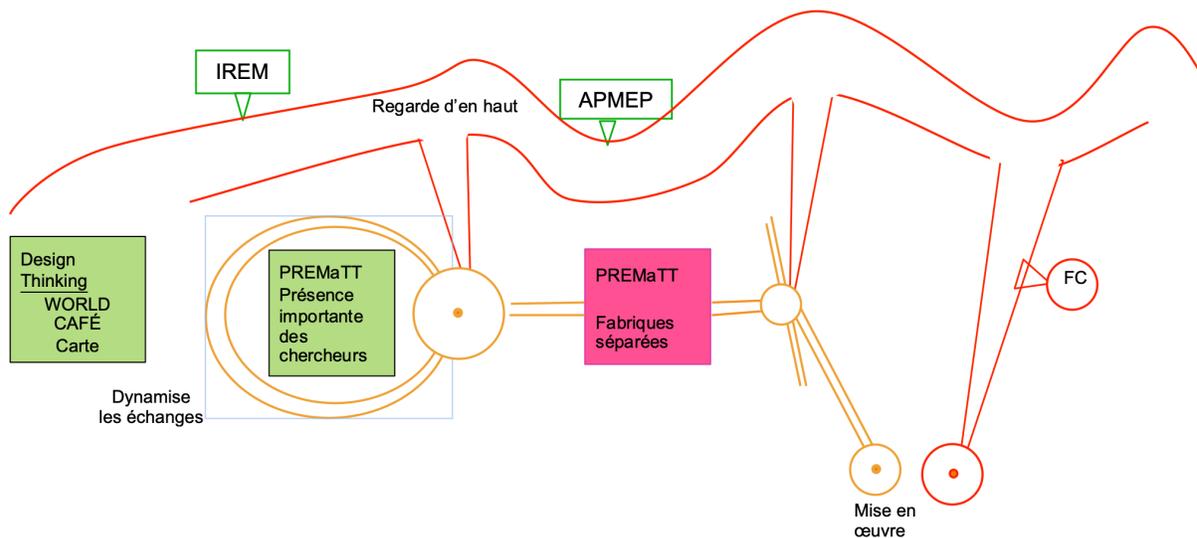


Figure 10. Extrait de la trajectoire d'un enseignant concernant les changements attribués à PREMaTT (Alturkmani et al., 2018)

Pour conclure sur cette expérience, on pourrait dire que si les apports des IREM et des didacticiens des mathématiques (en particulier pour les ressources initiales mises au service du projet, que l'on n'a pas développées ici) sont clairs, d'autres apports ont aussi été critiques : les apports des outils de conception agile et les apports autour du développement professionnel des enseignants. Des perspectives à exploiter pour le réseau des IREM, pour un développement des capacités collaboratives et réflexives de ses acteurs, à la fois au sein du réseau et dans les établissements scolaires ?

3.3 L'expérience de collaboration avec l'ECNU

Le troisième projet que je voudrais présenter ici se situe dans le fil du SFoDEM et de PREMaTT. Il s'agit de l'expérience de collaboration avec l'East China Normal University (ECNU) et l'ENS de Lyon dans le cadre de l'institut JoRISS (Joint Research Institute for Science and Society <http://joriss.ens-lyon.fr/>), plus précisément dans le cadre d'une plateforme de recherche en éducation qui a été créée au sein de cet institut (<http://joriss.ens-lyon.fr/joriss-education-186013.kjsp?RH=JORISS-PROJECTS&RF=1365416327206>). Cette plateforme a soutenu des projets de recherche conjoints, en particulier dans le domaine de l'éducation mathématique, et des thèses en co-tutelle. C'est dans ce cadre - une thèse en cotutelle qui a été soutenue en avril 2019 (Wang, 2019) - que j'ai pu observer, et analyser, la réalité de l'enseignement des mathématiques en Chine.

Les conditions de l'enseignement des mathématiques sont évidemment très différentes en Chine et en France, mais je ne voudrais retenir ici que les aspects collectifs de cet enseignement, à la base du travail des enseignants (Pepin, Xu, Trouche & Wang, 2017). Pour un collège donné (figure 11), pour chaque niveau d'enseignement (de la classe de 6ème - 6ème grade - jusqu'à la classe de troisième - 9ème grade) les professeurs de mathématiques

se réunissent chaque semaine au sein de Groupes de préparation d'une leçon (LPG pour l'acronyme anglais). Au niveau du collège, l'ensemble des professeurs de mathématiques se réunit chaque mois au sein d'un Groupe de recherche sur l'enseignement (TRG pour l'acronyme anglais). Ces groupes réunissent essentiellement les enseignants concernés, parfois le chef d'établissement, parfois un expert du sujet qui va être abordé. L'espace de travail des enseignants est prévu pour soutenir ces formes collectives de travail : il existe une grande salle de travail pour les professeurs de chaque niveau, où chacun d'entre eux dispose d'un bureau (une salle par exemple pour les professeurs de sixième). Dans les collèges de Shanghai que j'ai pu visiter, les professeurs de mathématiques sont présents une quarantaine d'heures par semaine, enseignent en général deux classes pour un total de 10 heures par semaine, c'est-à-dire que, pendant trente heures par semaine, il peuvent participer à des réunions avec leurs collègues, préparer leur leçons, se former et corriger leurs copies dans l'espace qui leur est dédié.

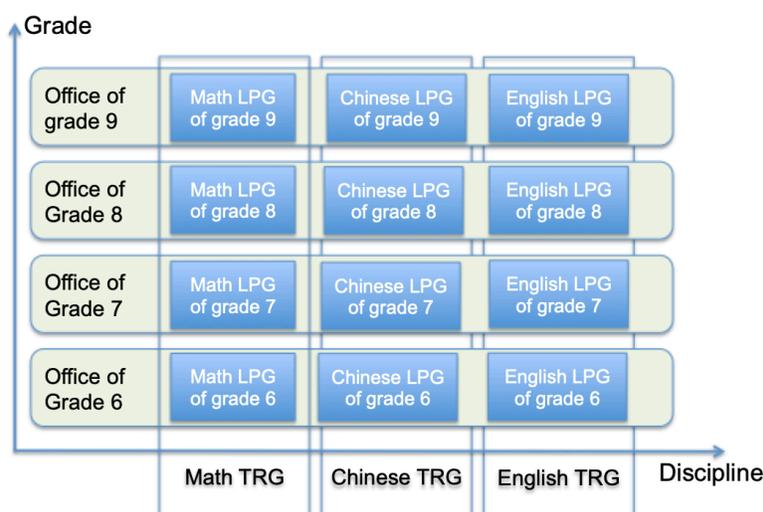


Figure 11. Le travail collectif à tous les niveaux de l'enseignement des mathématiques en Chine (Wang, 2019)

Les LPG sont centrés sur la préparation collective des leçons, l'évaluation de leurs effets et leur révision, dans le cadre d'une progression coordonnée. Les TRG sont centrés sur des questions plus générales : préparation et discussion des évaluations, ou encore étude d'un problème professionnel ressenti comme critique (par exemple l'intégration d'un nouvel outil). La profession d'enseignant intègre donc, institutionnellement, une composante de conception de ressource, une composante collaborative et une composante réflexive au sein de dispositifs très régulés, ainsi le dispositif Moke (qui signifie "aiguiser", voir figure 12) : un professeur donné prend en charge la préparation d'une leçon donnée (soit de sa propre initiative, soit sur la demande du coordonnateur du LPG), il la met en oeuvre dans une classe ouverte (à laquelle participent tous les professeurs du LPG). Cette préparation et cette mise en oeuvre sont discutées ensuite collectivement : la discussion est introduite par l'auteur de la leçon qui justifie ses choix et évalue les écarts entre son projet et sa réalisation. Ensuite vient le moment des critiques et des propositions d'évolution. Il revient ensuite à l'auteur de proposer un nouveau projet prenant en compte sa propre expérience et les remarques de ses collègues... et le cycle peut éventuellement reprendre, sous différentes formes (par exemple avec une mise en oeuvre

par un autre professeur). Ce type de dispositif permet le développement de ressources très “affutées”, très bien réglées, incorporant l’expérience de nombreux enseignants et de nombreuses mises en œuvre : je suis toujours impressionné, en assistant à des leçons résultant de ce type de processus, de voir l’organisation maîtrisée du temps et de l’espace d’enseignement, des interactions avec les élèves. La tension didactique monte dans la classe, le temps de la dévolution d’un problème, de la recherche de solutions, puis vient le temps de l’institutionnalisation d’un savoir, et un relâchement didactique pour traiter de questions simples mettant en oeuvre les techniques introduites.



Figure 12. Le dispositif Moke, une perspective de raffinement continu d’une leçon donnée (Wang, 2019)

L’établissement, comme petite fabrique, pour reprendre l’expression du programme PREMaTT, est ici au centre du développement professionnel des enseignants : développement d’un patrimoine commun de ressources, développement de formes collectives de travail, et développement de connaissances mathématiques et didactiques vont de pair.

Il ne s’agit pas ici de plaider pour ce type d’organisation en France, où les contraintes de l’enseignement sont très loin de ce qui vient d’être décrit. Mais ce modèle peut inspirer des projets locaux d’enseignement dans lesquels l’expérience des IREM serait un atout certain. En tout cas, pour ma trajectoire propre, je vois une dynamique certaine depuis l’expérience des IREM, puis l’expérience du SFoDEM, puis l’expérience de PREMaTT, jusqu’à la rencontre de l’expérience chinoise...

Conclusion

A travers nos trois récits, les IREM apparaissent bien comme un creuset d'expérience(s) et de transmission d'expérience(s), un lieu privilégié d'échanges entre enseignants du premier, du second degré et du supérieur, formateurs et chercheurs en mathématiques et en didactique, un creuset de ressources vivantes : des raisons d'un réseau... (Trouche, 2005). Nous avons mis en évidence, avec chacun notre point de vue, les idées centrales de collaboration, de co-construction et aussi de formation.

Nous avons illustré un certain point de vue sur la recherche en didactique des mathématiques qui doit, bien entendu, nourrir la recherche, mais aussi l'enseignement et donc les enseignants. La collaboration enseignant/chercheur est importante et, pour qu'elle fonctionne, toutes les personnes impliquées doivent être en confiance, ne pas se sentir jugées et avoir conscience de l'importance de leur rôle dans le processus. Les IREM sont un lieu de rencontre privilégié, à protéger, qui permet ce travail collaboratif des enseignants du premier, du second degré et du supérieur, des formateurs d'enseignants, des chercheurs en mathématiques, en didactique... sans hiérarchie. Tout cela permet la richesse de ce que sont les IREM, articulant en permanence et à tous les niveaux « chercher, former et diffuser ».

Les IREM ne sont pas des isolats : ils apparaissent comme des « hubs », où se branchent un ensemble de collectifs (laboratoires de recherche en mathématiques/didactique/éducation, laboratoires de mathématiques « Villani Torossian », Lieux d'éducation associés à l'IFÉ, ESPÉ, dispositifs de formation, APMEP, Sésamath...).

Raconter nos propres trajectoires, c'est aussi interroger la trajectoire propre du réseau. Cinquante ans après, comment penser l'évolution des rôles, des formes d'organisation et des formes des ressources des IREM ? Les IREM sont une forme d'organisation qui en ont inspiré d'autres au niveau international, et les IREM peuvent aussi tirer profit d'autres expériences au niveau international. Une bonne occasion est l'étude internationale de l'ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) qui a eu lieu à Lisbonne en février 2020 : "Mathematics teachers working and learning in collaborative groups" (<http://icmistudy25.ie.ulisboa.pt>) : une opportunité de mettre en partage l'expérience des IREM !

Références

Alory, S., Chorlay, R., Derouet, C., Josse, V., Legris, C., Leong, R., Panero, M., Rogalski, M., Vandebrouck, F., & Vivier, L. (2015). Autour de la notion de dérivée en classe de première scientifique. *Brochure de l'IREM 97*. Université Paris-Diderot ([en ligne](#))

Alory, S., Chorlay, R., Derouet, C., Pasquerault, D., Rogalski, M., Rousse, S., Vandebrouck, F., & Vivier, L. (2017). Introduction de la fonction exponentielle. *Brochure de l'IREM 99*. Université Paris-Diderot 7 ([en ligne](#))

Alory, S. & Derouet, C. (2016, octobre). *Une séquence en terminale S articulant les lois à densité et le calcul intégral : A la lumière d'une expérimentation*. Communication présentée aux Journées nationales de l'APMEP 2016, Lyon.

Alory, S. & Derouet, C. (2018, janvier). *Et si on articulait les lois à densité et le calcul intégral en terminale S ?* Communication présentée aux Conférences de l'IREM de Strasbourg, Strasbourg. Résumé repéré à <https://www.ac-strasbourg.fr/pedagogie/mathematiques/manifestations/conferences/>

- Alturkmani, M.-D., Roubin, S., Piolti-Lamorthe, C., Trouche, L., et al. (2019). *Penser les ressources de l'enseignement des mathématiques dans un temps de transitions 2017-2019, programme de l'institut Carnot de l'éducation : rapport scientifique des composantes PR 03 et PAE 21*. IFÉ-ENS Lyon ([en ligne](#))
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 281–308.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Bednarz N., Poirier, L., & Desgagné, S. (2001). Conception de séquences d'enseignement en mathématiques : une nécessaire prise en compte des praticiens. In A. Mercier, G. Lemoyne, & A. Rouchier, *Le génie didactique. Usages et mésusages des théories de l'enseignement* (pp. 43–69). Bruxelles : De Boeck Université.
- Coppé, S., Piolti-Lamorthe, C. & Roubin, S. (2017). Une entrée dans l'algèbre par les programmes de calcul. *Communication aux Journées Nationales de l'APMEP*, Nantes, 23 octobre.
- Derouet, C. (2016). *La fonction de densité au carrefour entre probabilités et analyse en terminale S. Etude de la conception et de la mise en œuvre de tâches d'introduction articulant lois à densité et calcul intégral*. Thèse de l'université Paris 7. ([en ligne](#))
- Derouet, C. (à paraître). Co-construction d'une séquence d'enseignement articulant lois à densité et calcul intégral en terminale S : présentation d'une méthodologie de type ingénierie didactique collaborative. In XIXème école d'été de didactique des mathématiques. Paris.
- Derouet, C., & Alory, S. (2018). Une séquence d'enseignement articulant les lois de probabilité à densité et le calcul intégral en terminale S. *Repères-IREM*, 113, 45–80.
- Desgagné, S., Bednarz, N., Lebus, P., Poirier, L., & Couture, C. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation : un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27(1), 33–64 ([en ligne](#))
- Guedet, G., & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique*, 2(3), 7-33
- Guin, D., Joab, M., & Trouche, L. (dir.) (2008). *Conception collaborative de ressources pour l'enseignement des mathématiques, l'expérience du SFoDEM (2000-2006)*, cédérom, INRP et IREM, Université Montpellier 2 ([en ligne](#))
- Guin, D., & Trouche, L. (1998). The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments. The Case of Calculators, *The International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3(3), 195-227
- Guin, D., & Trouche, L. (2008). Un assistant méthodologique pour étayer le travail documentaire des professeurs : le cédérom SFoDEM 2006, *Repères-IREM*, 72, 5-24
- Loisy, C. (2018). *Le développement professionnel des enseignants à l'heure du numérique. Le cas du supérieur. Propositions théoriques et méthodologiques*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches. Lyon, ENS de Lyon.
- Pepin, B., Xu, B., Trouche, L., & Wang, C. (2017). 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. ([en ligne](#))
- Perrin-Glorian, M.-J. (2011). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement des ressources et formation des enseignants. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Flückiger, P. Gibel, ... F.

Wozniak (Eds.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 57–78). Grenoble : La pensée sauvage.

Robert, A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 59–68). Toulouse : Octarès Editions.

Rocha, K. (2019). *Une étude des effets du travail documentaire et collectif sur le développement professionnel des enseignants de mathématiques : apport des concepts d'expérience et de trajectoire documentaires*. Thèse de l'ENS de Lyon

Sauter, M. (1998). Narrations de recherche : une nouvelle pratique pédagogique, *Repères-IREM*, 30, 9-21.

Sperano, I., Roberge, J., Bénech, P., Trgalova, J., & Andruchow, R. (2019). Exploring New Usages of Journey Maps: Introducing the Pedagogical and the Project Planning Journey Maps. In: Bagnara S., Tartaglia R., Albolino S., Alexander T., Fujita Y. (Eds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018). IEA 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 824. Cham : Springer.

Trouche, L. (2005). Les IREM : des raisons des réseaux. *Plot 11*, 2-7 ([en ligne](#))

Trouche, L. (2018). Comprendre le travail des professeurs à travers leurs interactions avec les ressources de leur enseignement, une histoire de trajectoires. *Educación Matemática*, 30(3), 9-4 ([en ligne](#))

Wang, C. (2019). *An investigation of mathematics teachers' documentation expertise and its development in collectives: two contrasting cases in China and France*. Thèse de l'ENS de Lyon et de l'ECNU de Shanghai.