

FORMER LES PROFESSEURS : ALLER A L'IDEAL ET COMPRENDRE LE REEL.

Floriane Wozniak
Université de Montpellier
LIRDEF EA 3749
floriane.wozniak@umontpellier.fr

Résumé

Ce texte illustre comment les outils développés en didactique des mathématiques permettent de comprendre les changements qui s'opèrent au sein de l'École et les contraintes qui pèsent sur les pratiques des enseignants. Ceci conduira à poser comme idéal de la formation initiale des professeurs l'identification des problèmes qui se posent à eux comme des problèmes de la profession et de créer les conditions de leur dépassement.

I - INTRODUCTION

Dans le contexte du renouvellement des programmes d'enseignement à l'école primaire¹ et de la création des écoles supérieures du professorat et de l'éducation², la question des enjeux de la formation des professeurs des écoles se pose de façon cruciale. Pour apporter quelques éléments de réponses, j'adopterai ici le point de vue de la recherche en didactique des mathématiques. Déterminer les enjeux de la formation, c'est-à-dire les besoins de formation des professeurs, nécessite de comprendre les conditions et les contraintes qui pèsent sur les pratiques. C'est ce que je vais illustrer en considérant un exemple de pratique enseignante, telle qu'elle s'est présentée dans une revue professionnelle.

Un exemple de pratique de classe inversée

À l'occasion de la semaine de la classe inversée du 25 au 29 janvier 2016 qui s'est déroulée dans 17 académies en France³ et 10 pays, la revue en ligne⁴ *le café pédagogique*, a interrogé un professeur de mathématiques en collège engagé dans ce type de démarche. Ce professeur est présenté comme :

... un professeur qu'on pourrait décrire comme touche à tout. Féru de technologie, c'est avec envie et hardiesse qu'il s'est penché sur la classe inversée, pour « gagner du temps » et se concentrer sur les difficultés des élèves.

La présentation flatteuse conduit le lecteur à supposer qu'il faut avoir des caractéristiques personnelles et des compétences particulières pour pratiquer ce type de démarche : être curieux, enthousiaste à sortir de sa routine et avoir des compétences techniques. Quant aux motivations qui ont conduit le professeur interrogé à se lancer dans une telle aventure, l'une dit implicitement une contrainte de l'école – s'il faut « gagner du temps », c'est qu'on en manque pour faire ce qui est à faire – et l'autre rappelle la

¹ De nouveaux programmes sont entrés en vigueur à l'école maternelle en septembre 2015 et entreront en vigueur en septembre 2016 à l'école élémentaire.

² Les écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ESPE) ont été créées le 1^{er} septembre 2013 et le concours de recrutement des professeurs des écoles, le CRPE, a été modifié en 2014.

³ Il y a 30 académies en France métropolitaine et hors métropole.

⁴ Quotidien créé en 2001 sur l'actualité de l'École. L'entretien dans sa totalité est lisible à l'adresse consultée le 16/09/2016 :

http://www.cafepedagogique.net/lemensuel/lenseignant/sciences/maths/Pages/167_Sommaire.aspx.

prescription faite aux professeurs de prendre en charge les difficultés des élèves. Voici ce que ce professeur dit de sa pratique :

Depuis quand vous êtes-vous intéressé à la classe inversée ?

Je me suis lancé dans la classe inversée il y a bientôt 3 ans. J'étais en collège rural avec un public très hétérogène et je savais qu'à la rentrée suivante j'allais avoir des classes de troisième à 29 ou 30 élèves. J'avais besoin de trouver une solution pour gagner du temps pour eux en classe. C'est à ce moment-là que j'ai découvert le principe de la classe inversée et après de longues heures de recherches sur Internet, j'ai réussi à envisager de quelle manière je voulais mettre ça en place. J'ai dès lors testé avec mes classes de troisièmes pour expérimenter. Au début ils se sont demandé d'où me venait cette idée, mais ils m'ont fait confiance et l'alchimie a très vite fonctionné.

Comment organisez-vous la classe ?

Mon fonctionnement en classe inversée demeure assez basique par rapport à d'autres collègues. Je trouve que les mathématiques se prêtent bien à la mise en place de cette pédagogie.

L'objectif était vraiment de mettre en autonomie les tâches cognitives les plus simples pour passer plus de temps en classe aux côtés des élèves, en activité, sur les tâches cognitives les plus complexes.

Concrètement, je prépare d'abord une capsule vidéo dans laquelle soit je présente un concept mathématique et le cours qui va avec, soit je corrige une activité d'introduction accompagnée toujours du point de cours associé.

Le soir, chez eux, les élèves doivent regarder la capsule de cours (éventuellement après avoir fini l'activité d'introduction commencée en classe) et compléter la partie écrite du cours qui se présente sous la forme d'une photocopie d'un texte à trous.

L'objectif de ce dernier exercice est, d'une part, de vérifier que les élèves ont pris le temps de regarder la vidéo, et, d'autre part, de remplir à la maison la trace écrite pour ne pas perdre de temps en classe à recopier une leçon. Le lendemain, en cours, on fait le point sur la vidéo (qui n'a pas vu, pourquoi, on résume rapidement) et on corrige rapidement le document de cours.

Souvent je projette le document avec une police manuscrite pour les parties à compléter par les élèves afin qu'ils s'y retrouvent. Ensuite commence « la séance d'exercices ». J'indique au tableau les exercices qui vont être faits et les élèves se lancent en autonomie dans leur travail.

J'ai ainsi tout le temps nécessaire pour aller les voir afin d'éclaircir un énoncé, d'expliquer une méthode, de clarifier un point de cours. Durant cette séance d'exercices, les élèves sont notamment autorisés à revoir les capsules vidéo pour revoir une notion ou pour s'inspirer des exemples ou exercices types.

Dans vos séances, vous favorisez le travail entre pairs ?

Oui, les élèves sont installés en îlots, ce qui favorise notamment les échanges entre eux et l'aide. Ils sont parfois amenés à réaliser des corrections d'exercices en vidéos afin d'expliquer à leur camarade tout en évitant la phase de correction au tableau qui peut s'avérer longue et laborieuse.

Il y a probablement une différence entre ce qui est décrit dans cet entretien et la réalité de ce qui se passe dans la classe. Aussi, mon propos n'est pas de faire une critique du dispositif de la classe inversée, mais de regarder ce que dit ce professeur de sa pratique comme une réponse à une question qui, en réalité, est posée à l'ensemble de la profession. En premier lieu, plusieurs constats peuvent être faits :

- il n'y a pas de changement dans la structure ternaire aujourd'hui classique de l'enseignement des mathématiques « activité introductive/cours/exercices » ;
- le temps didactique est segmenté : d'un côté le temps de la transmission (vidéos) et de l'autre le temps de l'appropriation (les exercices) ;

- les savoirs « encapsulés » sont exposés, ils ne sont pas construits collectivement comme une réponse à une question ;
- la *mésogenèse*⁵ est totalement contrôlée par le professeur ;
- le *topos* de l'élève est réduit par une organisation didactique qui corsète son activité : une linéarisation est imposée par le support vidéo par exemple (il est plus aisé d'aller chercher directement une information dans un cahier que dans une vidéo) et l'institutionnalisation (qui prend la forme d'un texte à trou) n'est pas co-construite mais externalisée hors la classe.

Ainsi, le dispositif tel qu'il apparaît à travers cet entretien, réduit le collectif et isole l'individu pour développer une relation duale professeur-élève. La responsabilité individuelle de l'élève dans le processus d'apprentissage est accrue tandis qu'on n'apprend plus ensemble mais les uns à côté des autres.

Par ailleurs, le professeur se dit satisfait du dispositif. C'est effectivement une condition absolument nécessaire pour continuer à le mettre en œuvre au regard de l'importance de la charge de travail de préparation générée. Cependant, aucune objectivation de l'effet sur les apprentissages n'est véritablement réalisée :

- « [...] Certains ont réussi à progresser car ils ont pu réécouter autant de fois que nécessaire les explications données dans les capsules et bénéficier d'une aide individualisée. »
- « [...] le manque d'investissement de certains élèves pour qui regarder une vidéo à la maison constitue encore un travail personnel trop important. Dans l'ensemble, une majorité d'élèves fait plus facilement ses « devoirs » lorsqu'il s'agit uniquement de regarder une capsule plutôt que de faire des exercices, mais il reste néanmoins quelques irréductibles. »

Cette absence d'objectivation s'explique par trois faits majeurs. D'une part, ce qui est valorisé par l'institution scolaire est l'aspect « inventif » ou « novateur ». D'autre part, ce dispositif de « classe inversée » est une réponse à une double contrainte subie par les professeurs : la baisse du temps d'enseignement⁶ et l'exigence d'individualisation de l'enseignement. Il s'agit en effet pour les professeurs d'aujourd'hui de donner plus à chacun avec moins de temps pour tous. Enfin, ce dispositif est une réponse à une nouvelle demande institutionnelle, l'introduction du numérique à l'école.

La classe inversée apparaît alors comme un moyen de répondre à ce qui peut apparaître comme une injonction paradoxale : Faire mieux (en prenant en charge chacun), différemment (en utilisant le numérique), avec moins de temps pour tous ! C'est ainsi que l'externalisation de l'institutionnalisation émerge comme la solution à un problème de chronogenèse – faire avancer le temps didactique – vécu durement.

Cependant, dans cet entretien, il y a un grand absent. Rien n'est dit sur le contenu d'enseignement, sur les mathématiques que rencontrent les élèves ... car le dispositif de la classe inversée est aussi un symptôme du système scolaire : impuissant à agir sur certains déterminants de l'action didactique, il dirige son action vers l'élaboration de nouveaux dispositifs d'enseignement. Or une intervention au

⁵ La *mésogenèse* est le procédé par lequel le milieu d'une situation se fabrique, se développe et s'enrichit.

La *topogenèse* est le procédé par lequel la place et les attributions (le *topos*) des sujets d'une institution – professeur et élèves au sein d'une situation didactique en classe – sont fixées.

La *chronogenèse* est le procédé par lequel la temporalité de la diffusion et de l'acquisition des savoirs est modifiée.

⁶ La baisse du temps d'enseignement peut être le fruit d'une baisse effective des horaires d'enseignement dans une discipline donnée, d'une augmentation du volume de ce qui est enseigné à horaire constant ou encore d'une élévation du niveau d'exigence dans la maîtrise de ce qui est enseigné.

niveau pédagogique, c'est-à-dire sur l'organisation de l'étude, ne règle pas les difficultés spécifiquement liées aux contenus enseignés qui, elles, se situent au niveau didactique⁷.

Si j'ai choisi en guise d'introduction de rendre compte de cet entretien, c'est qu'il permet d'illustrer un fait essentiel : ce que vit ce professeur comme un problème personnel est en réalité le problème d'une profession qui, avec les mots de la théorie anthropologie du didactique, se formulerait ainsi : *Comment dépasser les contraintes chronogénétiques sans en rabattre sur la topogénèse et la mésogénèse ?* Autrement dit, comment répondre aux contraintes liées au temps didactique en préservant une place et un rôle aux élèves dans la construction des apprentissages ?

L'objet de ce texte est donc de montrer que l'enjeu majeur de la formation initiale des professeurs est de leur permettre d'identifier les problèmes qui se posent à eux comme des problèmes de la profession et de créer les conditions de leur dépassement. Dans une première partie, il s'agira de « comprendre le réel », en considérant certains des déterminants de l'action des professeurs. Dans un second temps, j'envisagerai comment « aller à l'idéal » d'une formation des professeurs des écoles adossée à la recherche pour répondre aux attentes de la société et aux besoins de l'école. Pour ce faire, je dégagerai certaines conditions du développement professionnel des enseignants débutants en m'appuyant sur les travaux développés au sein de la théorie anthropologique du didactique.

II - COMPRENDRE LE RÉEL

Je l'ai évoqué en introduction, je me fonde sur un postulat : les praxéologies d'un professeur singulier sont des instanciations des praxéologies⁸ des professeurs. Ce faisant, j'opère un changement de point de vue en transformant la question initiale qui renvoie à un individu : *Pourquoi M. XY fait ce qu'il fait ?* en une nouvelle question qui renvoie au collectif *Pourquoi le professeur fait ce qu'il fait ?* Le glissement d'un sujet singulier vers un sujet générique représentant d'un groupe déplace ainsi l'objet d'étude des individus vers ce qui détermine l'action des individus. Aussi, dans cette première partie je présenterai certains déterminants qui permettent de comprendre *Pourquoi le professeur est-il amené à faire ce qu'il fait ?* En premier lieu, la société.

1. École et société

Les sociologues comme les historiens de l'éducation ont montré combien les systèmes éducatifs dépendent de la religion, du système politique, de l'état des connaissances scientifiques, techniques ou artistiques d'une société à un moment donné.

« À Athènes, on cherchait à former des esprits délicats, avisés, subtils, épris de mesure et d'harmonie, capables de goûter le beau et les joies de la pure spéculation ; à Rome, on voulait avant tout que les enfants devinssent des hommes d'action, passionnés pour la gloire militaire, indifférents à ce qui concerne les lettres et les arts. Au Moyen Âge, l'éducation était avant tout chrétienne ; à la Renaissance, elle prend un caractère laïc et plus littéraire ; aujourd'hui, la science tend à y prendre la place que l'art y occupait autrefois. » (Durkheim, 1922, p. 44)

⁷ L'organisation de l'étude a évidemment une incidence forte sur les savoirs qui peuvent vivre dans une classe. Dans la situation d'agrandissement d'un puzzle proposée par Guy Brousseau, l'absence de rétroaction du milieu lorsque l'élève construit seul la totalité du puzzle agrandi met le professeur dans l'impossibilité d'invalider une technique erronée autrement que par un argument d'autorité. Ceci crée une incompréhension chez l'élève qui passe alors à côté des apprentissages visés. Néanmoins, l'organisation de l'étude ne peut prendre en charge, par exemple, ce que Guy Brousseau appelle des obstacles épistémologiques.

⁸ En théorie anthropologique du didactique, toute activité humaine peut se modéliser en terme de praxéologie : un type de tâche pour être accompli met en œuvre une technique qui peut être décrite, justifiée, développée sur la base d'un discours technologique qui s'inscrit lui-même au sein d'une théorie. Type de tâche et technique constituent le bloc *praxis* tandis que technologie et théorie constituent le bloc *logos*.

Au-delà des objectifs assignés à l'école, les travaux de Nathalie Mons ont révélé qu'un sujet éminemment didactique comme la prise en charge des difficultés des élèves avait un traitement différent suivant les sociétés. Elle en distingue trois :

- « 1) Un modèle dit de l'intégration individualisée, où des modes de soutien individualisé existent, et pas seulement pour les élèves faibles, tout recours au redoublement et toute organisation par classes de niveau étant impossibles. Les pays de l'Europe du Nord relèvent tous de ce type.
- 2) Le modèle dit de l'intégration à la carte, où à nouveau existe un tronc commun, « relativement commun », précise Nathalie Mons, mais avec possibilité de groupes de niveau et une gestion des difficultés moins individualisée. On trouve dans ce groupe l'Australie, le Canada, la Nouvelle-Zélande, les États-Unis et le Royaume Uni.
- 3) Enfin, le modèle dit de l'intégration uniforme gère les difficultés des élèves face à un tronc commun long par des solutions telles que le redoublement, parfois des classes de niveau, voire des sorties du système sans qualification. Ici se regroupent des pays comme l'Italie, la France ou le Portugal. » (Dubet, Duru-Bellat & Vérétoit, 2010, p. 93).

École et société sont donc étroitement liées dans les buts assignés à l'École autant que dans les moyens pour les atteindre. L'exemple de la réforme des « mathématiques modernes » des années 1970 est à ce titre emblématique⁹ de ce que les contenus mêmes des programmes d'enseignement sont dictés par les besoins de la société :

« Dès 1958, l'OECE et la création d'un Bureau du Personnel Scientifique et Technique, dont l'un des objectifs est de "rendre plus efficace l'enseignement des sciences et des mathématiques". En novembre 1959, l'OECE organise un séminaire de dix jours [...]. L'objectif de ce colloque est de promouvoir une réforme du contenu et des méthodes de l'enseignement des mathématiques à l'école secondaire (12-19 ans). » (Bkouche, Charlot & Rouche, 1991, p. 27).

Si la société impose à l'école ses buts et son organisation, pèse sur ses méthodes et ses programmes, elle n'est pas le seul déterminant de l'action didactique. C'est ainsi que certaines conditions doivent être réunies, qui ne dépendent pas des seuls besoins de la société, pour que les programmes d'enseignement changent effectivement.

2. Conditions des changements curriculaires

En didactique des mathématiques, Yves Chevallard (1991) a le premier étudié les phénomènes de transposition didactique : l'origine des savoirs enseignés à l'école, la façon dont ils se transforment *via* le filtre des institutions qu'ils traversent depuis l'institution qui les produit jusqu'à l'institution scolaire, leur introduction ou leur éviction des programmes d'enseignement ou encore les conditions de leur existence. Deux conditions « écologiques » pour qu'un objet de savoir entre dans le curriculum scolaire ont ainsi pu être identifiées :

« D'une part le savoir enseigné - le savoir traité à l'intérieur du système - doit être vu, par les « savants » eux-mêmes, comme suffisamment proche du savoir savant, afin de ne pas encourir le désaveu des mathématiciens, qui minerait la légitimité du projet social, socialement accepté et soutenu, de son enseignement. D'autre part, et dans le même temps, le savoir enseigné doit apparaître comme suffisamment éloigné du savoir des parents (ou du moins de ces fractions de classes qui, dans telle formation sociale donnée, tiennent le haut du pavé en matière d'éducation),

⁹ L'OECE est l'organisation européenne de coopération économique, devenue en 1963 l'OCDE, organisation de coopération et de développement économique. La lecture des commentaires à l'issue des résultats des tests PISA pilotés par l'OCDE permettent de mesurer le poids de cette institution économique d'obédience libérale sur les politiques publiques d'enseignement et conséquemment sur l'organisation des systèmes scolaires et leurs contenus d'enseignement.

c'est-à-dire du savoir banalisé dans la société (et banalisé notamment par l'école !).» (Chevallard, 1991, p. 26).

En considérant les besoins de la société et les conditions liées à la transposition didactique, on peut constater concernant le « numérique » :

- 1) un besoin de savoirs est clairement identifié dans la société : l'économie du numérique est un facteur de croissance dans les sociétés industrialisées et un secteur pourvoyeur d'emplois ;
- 2) l'existence d'une institution¹⁰ légitimante pour ces savoirs : si dans les dernières décennies une théorie mathématique de l'informatique s'est développée en lien avec la logique, dans le même temps, des domaines des mathématiques comme les mathématiques discrètes, la modélisation ou la simulation ont su profiter des apports de l'informatique ;
- 3) l'incompétence des parents à assumer la formation requise : de nos jours, en France, la programmation par exemple reste une affaire de spécialistes qui nécessite une formation spécifique. Les conditions d'un changement curriculaire étant remplies, la récente introduction de l'algorithmique dans les programmes d'enseignement était donc inéluctable.

Après avoir regardé certains des déterminants qui pèsent sur les savoirs à enseigner, je vais à présent m'intéresser aux professeurs eux-mêmes et à certains des éléments qui déterminent leur action dans la classe.

3. Le professeur et ses assujettissements

Un postulat fondateur de la théorie anthropologique du didactique est que les mathématiques sont une activité humaine qui se produit, se diffuse, se pratique et s'enseigne au sein d'institutions. Or dans une institution donnée, ce que fait un sujet avec un objet dépend de la position que ce sujet occupe au sein de cette institution. Les praxéologies que le sujet développe à propos de cet objet sont le fruit d'un rapport institutionnel à cet objet. À titre d'illustration¹¹, voici quatre techniques de résolution du problème « si 8 images coûtent 10 €, quel est le prix de 3 images ? », reposant sur l'hypothèse que chaque image a le même prix :

(1) La théorie des rapports et proportions¹² qui avait cours au XIX^e dans les traités d'arithmétique permet de dire que 8 est à 10 comme 3 est à x , ce qui s'écrit $8 : 10 :: 3 : x$.

L'égalité des produits des extrêmes et des moyens donne alors : $8 \times x = 10 \times 3$ et $x = (10 \times 3) / 8$.

(2) La modélisation par une fonction linéaire en vogue dans la période des « mathématiques modernes » conduit à effectuer une petite suite de calculs :

si $f(8) = 10$ alors $f(3) = f(3/8 \times 8) = 3/8 \times f(8) = 3/8 \times 10$.

(3) Le recours à un tableau de proportionnalité, très utilisé dans les années 1990, amène l'utilisation de la technique du « produit en croix » :

Nbre d'images	8	3
Prix (€)	10	x

Soit $x = (10 \times 3) / 8$.

¹⁰ Si l'informatique s'est initialement développée à l'université au sein des départements de mathématiques, elle gagne en autonomie dans certaines universités pour constituer à elle seule un département d'enseignement et de recherche.

¹¹ J'emprunte l'idée à Chevallard (1999). Le lecteur trouvera plusieurs extraits d'ouvrages qui illustrent la diversité des techniques et des discours employés pour résoudre ce type de problème à l'adresse consultée le 16/09/2016 : <http://jl.bregeon.perso.sfr.fr/Regletois.htm>.

¹² De son côté, Bézout (1821) parle de proportion géométrique : « La propriété fondamentale de la proportion géométrique est le produit des extrêmes est égal au produit des moyens ; par exemple, dans la proportion $3 : 15 :: 7 : 35$, le produit de 35 par 3, et celui de 15 par 7, sont également 105. »

(4) La « règle de trois » actuellement en vigueur à l'école élémentaire repose sur un raisonnement qui passe par le retour à l'unité¹³ :

si 8 images coûtent 10 euros, alors une image coûte $10 \text{ €} : 8 = 1,25 \text{ €}$ et 3 images coûtent $3 \times 1,25 \text{ €} = 3,75 \text{ €}$.

De ces exemples, nous pouvons tirer deux leçons : d'une part, le rapport institutionnel à un objet n'est pas immuable et peut varier dans le temps. D'autre part, même si le professeur connaît toutes ces techniques, la seule qu'il enseignera sera celle mentionnée dans les programmes scolaires en vigueur. Le rapport aux objets qui peut se construire dans une institution donnée pour un sujet donné, dépend des « pratiques du moment » dans cette institution.

Cependant, chaque individu est le sujet successivement et simultanément de différentes institutions. Le rapport personnel qu'il a avec un certain objet se construit ainsi à partir des différents rapports institutionnels à cet objet qui prévalaient dans les institutions au moment où il les côtoyait. C'est dans cette pluralité d'assujettissements que l'individu construit son propre chemin. Le professeur, comme individu, a été ou est le sujet de diverses institutions comme par exemple, l'école où il a occupé successivement les positions d'élève, collégien, lycéen, étudiant puis professeur ; l'institut de formation des enseignants ; la profession d'enseignants avec ses normes, ses valeurs et ses pratiques ; l'institution scolaire comme enseignant qui doit appliquer des programmes officiels et rendre des comptes aux inspecteurs et aux parents. Mais il est aussi membre de la société française et de bien d'autres institutions. C'est ainsi que les fichiers et manuels, les collègues, les sites et blogs d'enseignants, les revues professionnelles ou syndicales, l'école de formation doivent être regardées comme autant d'institutions qui peuvent légitimer les praxéologies d'un professeur. Et l'institution la plus légitime aux yeux des professeurs n'est pas toujours celle qu'on pourrait imaginer.

Pour éclairer ce point je vais évoquer le mémoire professionnel de deux étudiantes de 2^e année de master¹⁴ MEEF portant sur l'énumération (Freyd & Jilli, 2016) que j'ai récemment dirigé. Dans la bibliographie de ce mémoire se trouvent des références qui attestent d'un accompagnement dans ce travail de réflexion au plus près des recherches en didactique des mathématiques dans ce domaine, par exemple :

Briand, J., Lacave Lucian, M.-J., Harvouët, M., Bedere, D. & Goua de Baix, V. (1999). Enseigner l'énumération en moyenne section, *Grand N*, 66, 7- 22.

Margolinas, C. & Wozniak, F. (2012). *Le nombre à l'école primaire: approche didactique*. Bruxelles: De Boeck.

Margolinas, C. Wozniak, F. & Rivière, O. (2015). Situations d'énumération et exploration des collections. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 35(1), 183-220.

Rousson, L. (2010). *Effets de variables didactiques sur la résolution d'un problème d'énumération en maternelle*. Mémoire master HPDS, université Claude Bernard, Lyon 1.

Inévitablement, les auteures de ce mémoire ont aussi consulté sur Internet des sites professionnels comme des sites de circonscription¹⁵ ou d'inspections académiques¹⁶ sur lesquels se trouvent des

¹³ Il semble que le succès de l'ouvrage d'Antoine André Louis Reynaud (1810) ait contribué au remplacement de la méthode reposant sur la théorie des proportions par celle-ci : « Par exemple, pour résoudre ce problème : 4 ouvriers ont fait 20 toises d'ouvrage ; combien 9 ouvriers en feront-ils ? On nommait x, l'ouvrage inconnu ; et l'on posait la proportion... 4 ouvriers : 9 ouvriers :: 20 toises : x. Le dernier terme étant égal au produit des moyens, divisé par l'extrême connu ; l'Élève, qui appliquait machinalement cette règle, multipliait 9 ouvriers par 20 toises, et divisait le produit par 4 ouvriers ; ce qui est absurde. Le raisonnement que je substitue est très simple ; on dit : si 4 ouvriers font 20 toises, un ouvrier ferait le quart de 20 toises, ou 5 toises ; les 9 ouvriers feront donc 9 fois 5 toises, ou 45 toises. » (Reynaud, 1810, p. XXXVIJ).

¹⁴ MEEF : métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation.

¹⁵ Les écoles maternelles et primaires d'une même zone géographique sont regroupées au sein d'une circonscription qui est animée par un inspecteur de l'éducation nationale et une équipe de conseillers pédagogiques de circonscription.

ressources pour l'enseignement. C'est ainsi, que dans leur écrit ces étudiantes se réfèrent à la fiche « nombre » élaborée par une conseillère pédagogique¹⁷ pour donner la définition du subitizing : « Le subitizing est la capacité d'énumération immédiate des unités jusqu'à 3 » (Op. cit., p. 25). Dès lors, une confusion s'installe dans le texte entre énumération et dénombrement :

« Après le rappel du matériel pour le bon déroulement du jeu, l'élève doit lancer trois fois le dé et mettre dans le récipient le nombre de bouchons bleus qu'indiquent les doigts de la main, sur chaque face du dé. L'objectif est : énumérer la collection de bouchons disposés dans le récipient après les trois lancers. » (op. cit., p. 28)

« Les élèves au moment de l'accueil peuvent énumérer le nombre de feux verts dont ils disposent. Cette situation va leur permettre d'énumérer le nombre de feux détenus. » (op. cit., p. 32)

Or précédemment dans leur écrit, les auteures avaient pris soin de distinguer énumération et dénombrement : « L'énumération est une connaissance qui intervient dans le dénombrement. L'énumération est bien plus » (op. cit., p. 12). Distinction explicitement faite au cours de la soutenance orale de leur mémoire quand il s'est agi de définir l'énumération mais qui est devenue labile au moment de répondre aux questions. Ce que révèlent ces lapsus calami est une réalité qui apparaît bien cruelle pour les formateurs d'enseignants de l'école primaire : la légitimité est davantage du côté de la classe, des corps d'inspection que du côté de la formation universitaire et de la recherche. Il y a bien une hiérarchie dans les assujettissements.

III - ALLER À L'IDÉAL

Revenons au problème du professeur : Comment organiser l'étude d'un objet de savoir mathématique ? La réponse est double. D'une part, il s'agit de réaliser un travail de transposition didactique *interne*, c'est-à-dire élaborer une organisation mathématique conforme au rapport institutionnel que veut instaurer l'école. D'autre part, le professeur doit concevoir l'organisation didactique qui permettra aux savoirs mathématiques à enseigner d'émerger de la situation d'enseignement. Cette réponse R^{\square} est l'*œuvre* du professeur (Margolinas & Wozniak, 2009).

1. L'œuvre du professeur

Le travail d'élaboration de R^{\square} s'appuie sur l'observation, l'analyse et l'évaluation de ressources R^{\square}_i qui sont des réponses déjà présentes dans la culture. Ce sont par exemples les manuels, les guides pédagogiques, les sites Internet, les ressources produites au cours d'une formation, etc. Or ces ressources R^{\square}_i sont autant de matière à « travailler » et à « interroger », par exemple en utilisant un dictionnaire pour vérifier l'usage d'un mot dans un texte ; une calculatrice pour vérifier un calcul ; un ouvrage ou un site Internet pour vérifier ou compléter ce qui est dit dans un autre ouvrage ou sur un autre site. C'est ainsi que la mise à l'épreuve des ressources R^{\square}_i qui peuvent apparaître comme des réponses ou des bouts de réponses à la question initiale, nécessite le recours à d'autres ressources O_i qui serviront d'outils de travail. Le milieu de l'étude de la question initiale Q – *Comment organiser l'étude d'un objet de savoir mathématique ?* – est donc constitué de deux types de ressources : les réponses $R^{\square}_1, \dots, R^{\square}_k$ déjà dans la culture scolaire et les outils mobilisés O_{k+1}, \dots, O_m pour les analyser. Le processus d'analyse des ressources R^{\square}_i grâce aux œuvres O_i est appelé *la dialectique des médias et des milieux* (Chevallard, 2011) dont l'objet est de constituer en éléments du milieu des ressources (des médias¹⁸) pour répondre à une

¹⁶ Une inspection d'académique anime et met en œuvre la politique éducative du ministère de l'éducation nationale au sein d'un département qui est partagé en circonscriptions. C'est la fonction d'une ressource qui détermine si elle est un média ou un élément du milieu dans une situation donnée

¹⁷ Fiche connaissance « Le nombre, cycle 1 » élaborée par Dominique Gourgue (consultée le 16/09/2016) : http://www.ac-grenoble.fr/mathssciences/IMG/pdf/fiche_connaissance_le_nombre_C1.pdf

¹⁸ Un média est une ressource produite par son auteur avec une intention didactique, il véhicule le message d'un auteur, tandis que le milieu d'une situation adidactique n'a pas d'intention vis-à-vis du sujet dans cette

question donnée. Recherches documentaires, expérimentations, observations constituent alors des techniques qui permettent de mettre en œuvre cette dialectique et contribuent à constituer un milieu pour élaborer R^{\square} . C'est ce que nous allons voir à travers l'étude de deux cas¹⁹.

2. Construction de l'œuvre du professeur

Afin de considérer comment l'œuvre du professeur se construit je vais m'intéresser à la façon dont sont analysées et évaluées les ressources R^{\square}_i par deux professeurs des écoles qui enseignent pour la première fois dans leur niveau d'enseignement. L'une (S) effectue un stage un jour par semaine dans une classe de CE1-CE2 (enfants de 7-8 ans et de 8-9 ans) tandis que l'autre (D) enseigne en classe de CP (6-7 ans) après avoir enseigné jusque-là en maternelle²⁰.

Elles utilisent toutes les deux un fichier qu'elles n'ont pas choisi, de deux éditeurs différents, et expriment chacune à sa façon la difficulté à trouver leur place :

« Ce fichier semble tout prendre en charge : présentation, exercices, institutionnalisation, programmation, progression, choix pédagogique. » (S)

« Très vite, j'ai éprouvé une gêne. Lors des premières séances, les élèves m'ont donné l'impression de ne pas avoir besoin de moi. » (S)

« J'ai eu du mal à rentrer dedans à cause de la contrainte de devoir faire les choses dans tel ou tel ordre » (D)

On peut voir là, l'expression d'un problème de la profession qui peut se formuler sous forme d'une question : Quel *topos* pour le professeur qui utilise un fichier ? Cette question du *topos* du professeur n'est pas spécifique à l'usage d'un fichier et on peut observer qu'elle commence à se poser avec la demande institutionnelle de plus en plus pressante à recourir au numérique.

Une condition initiale pour que le professeur mette en œuvre une dialectique des médias et des milieux est une condition de légitimité. Pour mettre à l'épreuve une œuvre inscrite dans la culture, c'est-à-dire d'une certaine manière, penser « contre » une institution, il faut se penser autorisé à le faire :

« Un tel fichier est séduisant et sécurisant car des spécialistes se proposent de nous aider dans la mise en place de notre travail [...]. Cela permet de se rassurer mais aussi de confirmer ou au contraire d'infirmer nos intentions pédagogiques. » (S).

Une fois que cette condition initiale est remplie, reste comme condition minimale l'identification des types de ressources à utiliser selon leur fonction :

« Il n'est pas toujours évident de faire des choix et avoir un support qui aide à le faire est précieux, lorsqu'on débute, nous avons besoin de modèles » (S)

Ce que ce professeur appelle « les modèles », se sont évidemment les ressources qui sont des réponses R^{\square} déjà présentes dans la culture, tandis que les « supports » qui aident à « faire des choix » sont les ressources qui vont être utilisées comme outils O_i . Pour étudier une ressource R^{\square} , les professeurs utilisent deux techniques : la reformulation (Yves Chevillard parle d'excription/inscription) et l'expérimentation :

situation. C'est la fonction d'une ressource qui détermine si elle est un média ou un élément du milieu dans une situation donnée. Un tableur qui fournit des données statistiques est un média s'il est utilisé pour véhiculer une information. Ce même tableur, peut-être aussi un élément du milieu pour tester une conjecture telle que « le produit de trois nombres consécutifs est un multiple de 6 » en calculant $n(n+1)(n+2)/6$ pour un grand nombre de nombres entiers n .

¹⁹ Ces études de cas ont été présentées dans Wozniak (2010).

²⁰ Les propos de (S) sont issus de son mémoire professionnel (Saint-Didier, 2007) dirigé par Viviane Durand-Guerrier. Les propos de (D) sont issus d'entretiens réalisés pour l'étude DémathÉ (Margolinas & Wozniak, 2009).

« J'ai reconstruit la progression quinzaine par quinzaine ; donc j'ai suivi ce que le livre du maître disait et j'ai reconstruit la progression à ma façon pour construire les séances et pour voir où j'allais. Je remets à ma sauce. » (D)

« J'ai besoin, moi, de tester avant, de faire, de manipuler. » (D)

Lorsque les connaissances didactiques et mathématiques font défaut, la classe est ainsi utilisée comme un milieu empirique sur lequel des savoirs d'expérience se construisent. L'expérimentation apparaît alors comme une technique d'analyse. C'est ce que font les professeurs lorsqu'ils disent qu'ils « testent » une situation d'enseignement sans savoir anticiper ses effets sur les apprentissages.

Ce que l'on constate dans les deux cas évoqués, c'est une faible ampleur de la dialectique des médias et des milieux. Les ressources présentes dans la culture sont peu interrogées ou (re)travaillées de sorte que leur usage incontrôlé peut gêner la construction des apprentissages²¹ :

« Quand on a introduit nos cartes à points en fait, peut-être que nous on a été trop vite. En fait, je n'en sais rien mais on a devancé le fichier. Du coup on se retrouvait avec certaines, certains exercices où les enfants voyaient pas le problème, voyaient pas la difficulté parce qu'ils pouvaient résoudre avec leur système de cartes à points et ils ne voyaient plus l'intérêt » (D)

L'introduction d'une ressource R_{\square_2} (les cartes à points²²) comme élément de l'œuvre du professeur R_{\square} est venue en conflit avec l'organisation mathématique globale de R_{\square_1} , le fichier des élèves et son guide pédagogique associé, qui constitue la matrice génératrice de cette œuvre. Ce défaut de vigilance épistémologique est le fruit d'une dialectique des médias et des milieux peu développée. Or cette faible ampleur de la dialectique des médias et des milieux est à regarder comme le symptôme des conditions dans lesquelles cette œuvre est construite et non comme un manquement personnel des professeurs observés. Il faut en effet, *a minima*, du temps pour réaliser ce travail :

« J'ai vite fermé parce que je me suis dit : j'arriverai pas au bout si je prends dans tous les sens, donc c'est vrai que moi, cette année j'ai beaucoup travaillé avec le fichier [...] plus les cartes à points. Donc j'ai vu un peu ce que j'avais sur *Éducation enfantine*, sur Internet, j'ai trouvé un site où on en parlait un peu, où il y avait des renvois, des références. Donc j'ai été un peu fouiller là-dessus mais sinon, non. Je n'ai pas plus fouillé que ça quoi. » (D)

Mais il faut aussi des connaissances mathématiques et didactiques que les professeurs n'ont pas nécessairement :

« Je n'ai pas honte de dire que j'ai compris plein de trucs. J'ai compris plein de choses que je n'avais pas comprises. En particulier en numération [...]. » (D)

« Et après, quand je ne comprenais pas de demander à ma collègue, qui, elle, est plus scientifique. Et on a vraiment, on a vraiment échangé là-dessus ... » (D)

Une fois ressenti, ce besoin de connaissances est alors comblé par le recours aux collègues et à la classe, ce que certains appellent « le terrain » :

« Est-ce que tu veux qu'on essaie de se servir de ça ? [...] Je sentais que cela pouvait être intéressant mais je ne savais pas très bien pourquoi » (D)

²¹ Les « cartes à points » sont des cartes rectangulaires de 1 à 10 points rangés sur 2 lignes dans l'ordre de haut en bas. Le 4 est représenté par 2 lignes de 2 points tandis que le 7 est représenté par une ligne de 4 points et une ligne de 3 points.

²² L'introduction des cartes à points que (D) utilisait lorsqu'elle enseignait en école maternelle peut être regardée comme un effet du rapport personnel de (D) à l'enseignement des mathématiques et notamment la place qu'elle accorde aux dispositifs matériels dans la construction des apprentissages. Ce rapport se nourrit largement d'une *doxa* chez les professeurs des écoles pour qui la manipulation aide aux apprentissages.

La classe est bien vécue comme un milieu empirique pour mesurer le degré de pertinence de la ressource utilisée. Tester une situation quand on ne sait pas anticiper ses effets sur les apprentissages devient un geste professionnel comme un autre. De là vient sans doute un élément de compréhension de la hiérarchisation des assujettissements des professeurs : le pouvoir du « terrain » né de ce qu'il possède une certaine efficacité. Il permet d'apporter une réponse lorsque les savoirs professionnels font défaut tout en valorisant « l'expérience professionnelle ». Ceci explique pour une part le succès des sites et blogs d'enseignants lorsque les professeurs ont à élaborer leur enseignement. Faute de connaître un autre mode de validation, la validation du terrain apparaît comme un *optimum*.

3. Créer les conditions du développement professionnel

Tout chercheur concepteur d'ingénieries didactiques a vécu ce moment de désappointement né du constat que les professeurs expérimentateurs ne reprenaient pas ces ingénieries une fois le temps de la recherche passé. L'explication est pourtant simple : l'ingénierie didactique conçue *pour* et *par* la recherche est le plus souvent une réponse à une question que les professeurs ne se posent pas, ou en tous cas, pas dans les mêmes termes. La conception des ingénieries didactiques est un outil au service de la recherche, elle est une *phénoménoteknique* au sens de Bachelard (1934, p.13) pour qui « la science s'instruit de ce qu'elle a construit ». Elle est un moyen, non une fin. Cette confusion née sans doute d'un malentendu sur ce que peut apporter la recherche en didactique :

« La didactique ne consiste pas à donner un modèle pour l'enseignement, mais à produire un champ de questions qui permette la mise à l'épreuve de n'importe quelle situation d'enseignement et qui permette de corriger et d'améliorer celles que l'on a produites, de poser des questions sur ce qui se passe. » (Brousseau, 1988, p. 16)

Tout formateur a de son côté constaté qu'il ne suffit pas de proposer des situations d'enseignement « clé en main » pour que les professeurs les adoptent et les mettent en œuvre telles qu'elles ont été conçues. En s'emparant de ces situations, ils les modifient et les transforment, trop souvent en affaiblissant leur intérêt didactique. La raison principale est la situation du professeur elle-même, c'est-à-dire les conditions et les contraintes dans lesquelles il exerce son métier et qui le conduisent à agir comme il le fait. Par exemple, l'insuffisance des connaissances didactiques des professeurs qui les conduit à utiliser la classe comme milieu empirique pour valider une ressource sont d'abord le fait de l'insuffisance de leur formation didactique !

Puisque la construction de l'œuvre du professeur se fonde sur un travail de développement, il apparaît qu'un enjeu de la formation est de créer les conditions pour que les professeurs apprennent à construire leur œuvre. Ce qui ne peut se réaliser qu'en s'appuyant sur leurs questions professionnelles comme, par exemple : comment organiser l'étude d'un objet de savoir mathématique ?, Comment dépasser les contraintes chronogénétiques sans en rabattre sur la topogénèse et la mésogénèse ?, Comment augmenter le *topos* des élèves ?

La formation des professeurs pourrait alors se fonder sur ce que Yves Chevallard (2011) appelle des *parcours d'étude et de recherche* générés par des systèmes didactiques $S(X ; Y ; Q)$ où les élèves-professeurs X , étudieraient une question professionnelle Q , avec comme aide à l'étude le(s) professeur-formateur(s) Y . L'étude d'une telle question Q consistant à produire une praxéologie R^\square : à la fois des gestes professionnels - c'est-à-dire des tâches et des techniques pour les réaliser - et des éléments de langage qui permettent de décrire, justifier, développer ces gestes. Le problème des élèves-professeurs serait alors de déterminer comment étudier Q tandis que celui de(s) professeur-formateur(s) Y serait d'envisager comment aider X à étudier Q . Un parcours d'étude et de recherche repose sur la mise en œuvre d'une dialectique des médias et des milieux et se formalise par la formule :

$$[S(X ; Y ; Q) \square \{ R^{\diamond_1}, R^{\diamond_2}, \dots, R^{\diamond_n}, O_{n+1}, \dots, O_m \}] \square R^\square.$$

Dans un tel parcours s'opère un transfert de responsabilité vers les élèves-professeurs fondé sur trois conditions relatives successivement à la la topogénèse, la mésogénèse et la chronogénèse : la classe se

constitue en communauté d'étude ; le milieu est construit conjointement et le temps didactique s'allonge. Dans un tel parcours, l'étude peut se modéliser comme un entrelacement de cinq étapes (Chevallard, 2002) :

- Observer les réponses R_i déjà inscrites dans la culture (manuels, guides pédagogiques, sites Internet et blogs, revues, etc.) ;
- 1..1 Analyser et évaluer les réponses R_i (recherches documentaires, expérimentations, observations selon la dialectique des médias et des milieux) ;
- 2..1 Développer la réponse R_i ;
- 3..1 Expliciter et défendre la réponse R_i (sur la base de l'analyse a posteriori de la mise à l'épreuve dans la classe).

Cette modélisation de l'étude d'une question permet de décrire le dispositif des *lessons studies* nées au Japon (Miyakawa & Winslow, 2009) et expérimentées aux États-Unis (Lewis & Hurd, 2011) ou plus récemment en Suisse (Clivaz, 2015). Dans ces dispositifs, un groupe de professeurs se réunit pour élaborer ensemble une situation d'enseignement. Le point de départ est une difficulté repérée par le groupe et l'identification claire de l'intérêt de l'étude de ce sujet pour l'apprentissage des élèves. La seconde étape du dispositif a pour but de concevoir collectivement une situation d'enseignement sur la base d'une étude du curriculum et d'une recherche documentaire. Dans un troisième temps cette situation est expérimentée par un des membres du groupe tandis que les autres professeurs observent et collectent des données. La dernière étape consiste alors à faire une analyse de l'expérimentation afin d'en « tirer les leçons » sous la forme d'un document. De nouvelles questions peuvent alors émerger qui vont constituer un nouveau cycle. Dans de tels dispositifs le processus de production collective d'une situation d'enseignement constitue le moteur du développement professionnel.

4. Quel rôle pour le formateur ?

Une formation qui repose sur le développement de réponses à des questions professionnelles se fonde sur le postulat qu'un professeur est un concepteur de situations d'enseignement plutôt qu'un simple utilisateur de ressources. La production de situations d'enseignement est un moyen pour donner du « sens » aux apprentissages didactiques selon un abord fonctionnel. Ceci permet aux élèves-professeurs d'identifier quels savoirs didactiques permettent de résoudre quels types de problèmes professionnels. Ce faisant, l'objectif du formateur est d'enseigner à résoudre un problème et non d'enseigner sa solution. C'est ainsi que je pourrais paraphraser Cédric Villani, en remplaçant par « didactique » là où il écrit « mathématiques » :

« Il y a cette spécificité en mathématiques, en tout cas dans la conception que j'en ai, où le premier objectif – je n'ai pas dit le seul – du cours de mathématiques, c'est de développer la méthode plutôt que l'objet. » (Cartier, Dhombres, Heinzmann & Villani, 2012, p. 82)

Les ressources à diffuser en formation sont alors les praxéologies didactiques comme savoirs professionnels. En ce sens, prendre au sérieux les besoins de connaissances didactiques, c'est assumer que les savoirs didactiques sont des savoirs à enseigner et que le formateur d'enseignants est un enseignant comme un autre. Or tout processus d'enseignement-apprentissage repose sur la dévolution et l'institutionnalisation, sur d'une part l'identification des raisons d'être du savoir à enseigner et de ses questions génératrices et d'autre part sur la reconnaissance, la légitimation, la formulation, la validation et la généralisation qui fait sortir du contingent les connaissances construites en situation pour les instituer en savoir. Il s'agit alors de ne pas se focaliser sur les contextes particuliers des questions ponctuelles que le professeur rencontre ou rencontrera mais d'extraire des questions ponctuelles étudiées des contenus didactiques généraux afin de les rendre disponibles pour tout un type de problèmes.

Former seulement à l'enseignement d'un objet de savoir particulier, c'est prendre le risque que le professeur ne sache qu'enseigner cet objet de savoir. Aussi, l'enjeu de la formation devrait être le processus d'étude des conditions de l'enseignement puisqu'inexorablement les curriculums évoluent. La

formation devrait ainsi permettre de dépasser les difficultés nées des changements curriculaires lorsque certaines praxéologies enseignées deviennent obsolètes ou que sont introduits de nouveaux savoirs²³. Dans une formation qui viserait à créer les conditions du développement professionnel deux aspects seraient à considérer : l'étude des problèmes de la profession et l'étude de la méthode de production des situations d'enseignement. Il devrait donc y avoir dans la formation des professeurs deux composantes : l'une spécifique à une praxéologie, l'autre générique sur les conditions de l'enseignement. Les conférences de Jean-François Chesné (2017) et Laurent Theis (2017) relèvent de chacune de ces deux composantes et illustrent dans le même temps comment ces deux composantes se nourrissent dialectiquement.

IV - CONCLUSION

Je viens de présenter des recherches en didactique des mathématiques qui permettent de comprendre les changements qui s'opèrent au sein de l'école et de porter un regard distancié sur la formation des enseignants. Cependant, il y a une réalité que je ne peux ignorer devant cette assemblée de formateurs. Aussi, en guise de conclusion je reviendrai sur la situation dramatique dans laquelle se trouve la formation initiale des professeurs des écoles aujourd'hui en considérant la place effective de la didactique dans cette formation. Pour devenir professeur des écoles, les étudiants passent un concours faits d'épreuves écrites et orales. Depuis 10 ans, le concours a connu quatre changements dont je résume ici la place des mathématiques et de la didactique des mathématiques dans ce concours :

Avant 2007 : une épreuve écrite en trois parties

Exercices de mathématiques : 8/20

Analyse de travaux d'élèves : 4/20

Analyse didactique d'une démarche : 8/20

2007 - 2010 : une épreuve écrite

Exercices de mathématiques : 12/20

Questions complémentaires (analyse de travaux d'élèves ou analyse didactique) : 8/20

2011 - 2014 : une épreuve écrite + épreuve orale

Partie I (exercices de mathématiques) : 12/20 et Partie II (sciences) : 8/20

Conception d'une séance/séquence : 12/20 et interrogation (arts, musique, EPS) : 8/20

Depuis 2014 : une épreuve écrite en trois parties²⁴

Problème de mathématiques : 13/40

Exercices de mathématiques : 13/40

Questions didactiques : 14/40

Je ne m'étendrai pas sur l'évolution du contenu même des questions de didactique dont l'indigence ces dernières années pourrait laisser penser qu'il n'est pas utile d'apprendre de la didactique pour devenir enseignant. Un constat chiffré montre que si 60 % de la note de l'épreuve écrite de mathématiques portait sur des savoirs didactiques en 2007, aujourd'hui ce pourcentage est tombé à 35 %. On pourrait espérer que cette baisse d'exigence au concours est compensée par une amélioration de la formation une fois le concours réussi. Hélas, il n'en est rien. Le concours en poche, le futur professeur des écoles

²³ Ce principe n'est rien d'autre qu'une mise en pratique du proverbe : « *Si tu donnes un poisson à un homme, il mangera un jour. Si tu lui apprends à pêcher, il mangera toujours.* »

²⁴ D'après les textes officiels, la deuxième partie peut contenir une analyse de travaux d'élèves. Dans les faits, cela ne s'est jamais produit. On peut seulement signaler dans le sujet du groupement académique 2 de l'année 2014 la présence d'un exercice qui demandait aux candidats de produire trois procédures pour résoudre un problème de CM2 sur la division euclidienne (combien de fleurs à 5 pétales ont été effeuillées si on a effeuillé 83 pétales ?) mais aucune analyse de production d'élèves.

stagiaire doit durant la même année assurer la moitié du temps d'enseignement d'un enseignant titulaire et suivre une année de formation dans une école supérieure du professorat et de l'enseignement. Cette formation constitue la deuxième année de master MEEF ou s'il possède déjà un master (de n'importe quelle spécialité) d'un diplôme universitaire. La figure 1 donne le plan de formation de la deuxième année de master MEEF à l'université de Strasbourg²⁵ où j'enseignais cette année 2015-2016.

SEMESTRE 3 cursus « étudiants fonctionnaires stagiaires »

ECST	Intitulé de l'UE	CM	CI	TD	TP	stage
9	UE 3.1. Contexte d'exercice du métier 1 : vivre ensemble et conditions d'un climat scolaire serein	20		44		
3	UE 3.2. Contexte d'exercice du métier 2 : comprendre et prendre en compte la diversité des élèves	20				
15	UE 3.31. Mise en situation professionnelle : exercice en responsabilité et dispositifs d'accompagnements			68		250
3	UE 3.4. Initiation à la recherche – projet de mémoire			28		
30	Totaux du semestre	40		140		250

SEMESTRE 4 cursus « étudiants fonctionnaires stagiaires »

ECST	Intitulé de l'UE	CM	CI	TD	TP	stage
3	UE 4.1. Formations disciplinaires et didactiques : Langues vivantes étrangères			24		
6	UE 4.21. Contexte d'exercice du métier : interdisciplinarité et pédagogie de projet	2		34		
12	UE 4.31. Mise en situation professionnelle : exercice en responsabilité et dispositifs d'accompagnements			50		250
9	UE 4.4. Initiation à la recherche – projet de mémoire			24		
30	Totaux du semestre	2		132		250
60	Totaux de l'année	42		272		500

Figure 1- Plan de formation deuxième année master MEEF professeurs des écoles, université de Strasbourg, ESPE de l'académie de Strasbourg, année 2015-2016.

²⁵ Les abréviations CM, CI, TD, TP signifient respectivement cours magistral, cours intégré, travaux dirigés et travaux pratiques. Les nombres correspondent aux heures d'enseignement. Ainsi sur l'année, la formation se décompose en 42 heures de cours magistraux, 272 heures de travaux dirigés et 500 heures de stage.

L'enseignement de didactique des mathématiques intervient dans les unités d'enseignement 3.31 et 4.31 (voir figure 2).

Matière	CM :	CI :	TD :	TP :
Matière 1 : Préparation à la prise de fonction			14	
Matière 2 : accompagnement de stage			24	
Matière 3 : approfondissement didactiques			30	
Autre (stage, préparation d'un rapport ou d'une présentation orale, etc.) : mi-temps hebdomadaire				

Matière	CM :	CI :	TD :	TP :
Préparation et retour de stage			20	
Approfondissements didactiques			30	
Autre (stage, préparation d'un rapport ou d'une présentation orale, etc.) : mi-temps hebdomadaire				

Figure 2- Contenus UE 3.31 et 4.31.

Au premier semestre, l'enseignement des mathématiques dans le cycle où les étudiants effectuent leur stage est abordé durant 6 heures tandis qu'au second semestre durant également 6 heures sont abordés les deux autres cycles²⁶. Dans ce master, la didactique des mathématiques peut aussi être présente dans l'unité d'enseignement 4.31 relative à la pédagogie de projet. Pour cette année 2015-2016, deux projets sur les 17 proposés contenaient une part de mathématiques.

Je ne commenterai pas davantage l'état de la formation des professeurs des écoles en France et préfère renvoyer par exemple à la conférence de Laurent Theis qui montre qu'un autre monde est possible.

En attendant des jours meilleurs et en me basant sur le postulat qu'un adossement de la formation des professeurs à la recherche est indispensable pour répondre aux attentes et aux besoins de l'École, je conclurai en faisant une proposition à la COPIRELEM. J'ai développé l'idée au cours de cette conférence que l'enjeu de la profession est de créer les conditions du développement professionnel à travers l'étude des problèmes de la profession. Il me semble que la COPIRELEM du fait de la diversité de ses membres pourrait être un lieu institutionnel adapté pour héberger des collectifs chercheurs-formateurs-enseignants qui se donneraient pour objectif d'identifier les problèmes de la profession et de déterminer les outils (praxéologies didactiques, ressources, etc.) pour travailler ces problèmes.

Cette proposition à travailler collectivement à l'identification des problèmes de la profession répond autant à une nécessité qu'à une volonté de garder espoir. Si j'ai choisi de citer la définition du courage que donne Jean Jaurès dans son discours à la jeunesse au lycée d'Albi en 1903 (p. 70) comme titre de cette conférence, c'est parce que la dégradation de la formation des professeurs produit inéluctablement une dégradation de l'École. En faisant ce choix, je souhaite opposer au pessimisme que produisent les analyses, l'irréductible force de la volonté puisque, comme disait Jean Jaurès (1903, p. 61) « L'histoire enseigne aux hommes la difficulté des grandes tâches et la lenteur des accomplissements, mais elle justifie l'invincible espoir. »

V - BIBLIOGRAPHIE

BACHELARD, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. Paris : Vrin. Éd. Consultée 1968.

BÉZOUT, É. (1821). *Traité d'arithmétique à l'usage de la marine et de l'artillerie*. Paris : Librairie pour les sciences. 9^e édition. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k201342q/f2.item>

²⁶ L'école primaire est organisée en trois cycles : le cycle 1 en école maternelle (PS, MS, GS, enfants de 3 à 6 ans), le cycle 2 correspondant aux 3 premières années de l'école élémentaire (CP, CE1, CE2) et le cycle 3 correspondant aux 2 dernières années de l'école élémentaire et la première année du collège (CM1, CM2, 6^e).

- BKOUCHE, R., CHARLOT, B & ROUCHE, N (1991). *Faire des mathématiques : le plaisir du sens*. Paris : Armand Colin.
- BROUSSEAU, G. (1988). Les différents rôles du maître. *Bulletin de l'association mathématique du Québec*, n°2, 14-24.
- CARTIER, P., DHOMBRES, J., HEINZMANN, G. & VILLANI, C. (2012). *Mathématiques en liberté*. Lassay-les-Châteaux : La ville brûle.
- CHESNÉ, J.-F. (2017). Le calcul mental : une entrée pour la formation des enseignants au cycle 3 ? à quelles conditions ? Avec quelles perspectives ?, in *Actes du XXXIIIème colloque de la COPIRELEM, le Puy-en-Velay*.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.
- CHEVALLARD, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-265.
- CHEVALLARD, Y. (2002). Les TPE comme problème didactique, In T. Assude, & B. Grugeon Allys (Eds.), *Actes du Séminaire national de didactique des mathématiques 2001*, (pp. 177-188), Paris, IREM de Paris 7 et ARDM.
- CHEVALLARD, Y. (2011). La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et élément de réponse à partir de la TAD. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck, & F. Wozniak (Eds), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 81-108). Grenoble : La pensée sauvage.
- CLIVAZ, S. (2015). Les Lesson Study ? Kesako ? *Math-Ecole*, 224, 23-26.
- DUBET, F., DURU-BELLAT, M. & VÉRÉTOU, A. (2010). *Les sociétés et leur école*. Paris : Seuil.
- DURKHEIM, É. (1922). *Éducation et sociologie*. (9^e édition, 2005). Paris : PUF, quadrige.
- FREYD, F. & JILLI, M. (2016). *L'énumération au cycle 1*. Mémoire MEEF, ESPE de l'académie de Strasbourg, Université de Strasbourg.
- Jaurès, J. (1903). Discours à la jeunesse au lycée d'Albi, 31 juillet 1903. In Jaurès, J. (2014). *Les plus beaux discours*. « Que votre vie soit vivante, sereine et pleine ». Libro.
- LEWIS, C. & HURD, J. (2011). *Lesson study step by step: How teacher learning communities improve instruction*. Portsmouth: Heinemann.
- MARGOLINAS, C. & WOZNIAC, F. (2009). Usage des manuels dans le travail de l'enseignant : l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. *Revue des Sciences de l'Éducation*, vol. xxxv, n°2, 82-104.
- MIYAKAWA, T. & WINSLOW, C. (2009). Un dispositif japonais pour le travail en équipe d'enseignants : étude collective d'une leçon. *Éducation et Didactique*, 3(1), 77-90.
- REYNAUD, A. A. L. (1810). *Éléments d'algèbre précédés de l'introduction à l'algèbre*. 3^e édition. Paris : Courcier.
- https://books.google.fr/books?id=opbcJBhF_ikC&printsec=frontcover&dq=Reynaud,+1810&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKewjlydSBpYfOAhVllsAKHTr3AWIQ6AEIHjAA#v=onepage&q=Reynaud%2C%201810&f=false
- SAINT-DIDIER, C. (2007). *Utilisation d'un fichier mathématique*. Mémoire professionnel. IUFM de l'académie de Lyon.
- THEIS, L. (2017). Quelle articulation entre pratique enseignante et formation ? un regard extérieur à partir du québec. , in *Actes du XXXIIIème colloque de la COPIRELEM, le Puy-en-Velay*.

WOZNIAK, F. (2010). Transposition didactique interne et dialectique des médias et des milieux. In A. Bronner, M. Larguier, M. Artaud, M. Bosch, Y. Chevallard, G. Cirade, & C. Ladage (Éds.), *Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d'action*. (pp. 859-878). Montpellier : IUFM de l'académie de Montpellier.