
FORMATION PROFESSIONNELLE DES ENSEIGNANTS DE MATHÉMATIQUES DU SECOND DEGRÉ :

*Un point de vue didactique prenant
en compte la complexité des pratiques*

Aline ROBERT
IUFM de Versailles

Résumé : *Nous présentons notre approche actuelle des questions de formation professionnelle, qui prend en compte de manière majeure la complexité des pratiques des enseignants de mathématiques du second degré. Après avoir évoqué l'origine et les limites de nos premiers travaux didactiques sur les pratiques, nous indiquons comment nous les étudions maintenant en relation avec les activités des élèves qu'elles peuvent provoquer et en intégrant les contraintes institutionnelles, sociales et personnelles qui sont un des facteurs de la complexité. Des exemples de résultats de recherches sont donnés. Ce n'est qu'ensuite que nous proposons des conséquences sur les formations.*

Introduction : de quoi parlons-nous ? travail de l'enseignant et formation professionnelle

Dans cet article nous présentons le point de vue d'un chercheur en didactique des mathématiques confronté aux formations d'enseignants dans l'exercice de son enseignement. Antérieurement (Robert, 1999, 2003), nous avons indiqué la nécessité de faire précéder les propositions sur les formations professionnelles des enseignants de mathématiques de recherches sur les pratiques – jugées insuffisantes à l'époque ; nous avons aussi précisé un certain nombre de difficultés qui attendaient, par exemple, les enseignants voulant utiliser, notamment « tout seuls », les ressources didactiques, suggérant l'importance des formations à cet

égard. Les recherches sur les pratiques se sont développées et des hypothèses plus précises sur les formations commencent à se dégager, notamment en lien avec la complexité des pratiques.

Avant d'aller plus loin, précisons que nous mettons ici sous le mot « formation professionnelle » la formation au métier d'enseignant, et même plus précisément la formation au travail que l'enseignant de mathématiques doit accomplir dans l'exercice de son métier. De notre point de vue ce travail est double, les deux volets n'étant pas indépendants – il comprend les préparations, elles-mêmes avec deux facettes, globale (sur l'année) et locale (par chapitre), et les déroulements, qui dépendent à la fois des choix de contenus qui ont été faits a priori et des élèves (cf. Robert et Rogals-

ki M., 2003) ; ces déroulements en classe peuvent à leur tour avoir une influence sur les préparations (par le biais d'anticipations). Le professeur doit faire vivre sa préparation, l'animer tout en l'adaptant. Il est maître du temps (et voilà une vraie source de difficultés pour les débutants) et des formes de travail des élèves – faire changer d'activité est une autre source de difficultés ; l'enseignant doit prendre en main les élèves, et les prendre en compte mais ni trop, ni trop peu. L'enseignant doit en fait ajuster sans arrêt ce qu'il a prévu à ce qu'il repère des élèves, les enrôler et les maintenir dans l'activité, moduler les durées, introduire des aides appropriées, des explications adaptées, et exploiter tout ça, en ménageant des moments d'exposition des connaissances. C'est à ce travail que doit préparer la formation professionnelle, jouant sur des alternances entre expérience en vraie grandeur et formation.

Mais, ce qui complique encore les choses, ce travail de l'enseignant est contraint, indirectement : par les programmes et les horaires, par l'établissement et ses habitudes, par les parents... L'enseignant n'est pas aussi « libre » qu'il y paraît ! Les ressources disponibles sont d'abord les manuels et des compléments sur internet, qui aident surtout pour le premier volet du travail (et pour l'aspect local).

Enfin ce travail n'est évalué qu'indirectement et partiellement – la classe doit tourner, premier indice mais ce ne veut pas dire que les élèves réussissent, deuxième indice, ni (surtout) qu'ils apprennent, même si les productions des élèves peuvent constituer un indicateur important.

Dans cet article, nous expliquons d'abord, nous plaçant en amont des questions de formation, pourquoi et comment certaines

recherches sur les pratiques, menées depuis une vingtaine d'années dans notre groupe de recherche en didactique des mathématiques, ont été infléchies par une certaine prise en compte de leur complexité¹. Ainsi, dans notre cadrage théorique actuel, enrichi par la prise en compte du métier de l'enseignant, les pratiques sont travaillées comme un système complexe. Après avoir donné divers exemples, nous discutons des conséquences sur les formations professionnelles que nous tirons. Ce sont des réflexions car il y a encore peu de recherches sur les formations elles-mêmes.

On l'aura compris, ce n'est pas l'exhaustivité qui est recherchée ici mais l'exemplification : les recherches citées ne représentent pas l'ensemble des travaux menés sur la question en didactique des mathématiques, loin s'en faut, mais seulement ceux qui participent de la visée que nous poursuivons dans cet article.

1. Premiers travaux : la diversité des représentations et des discours des enseignants en classe ne donne qu'une intelligibilité des pratiques limitée, notamment pour aborder les formations.

Les premières recherches que nous avons menées sur les pratiques étaient centrées sur les représentations² des enseignants et leurs discours en classe, et pilotées seulement par nos modes d'approches des apprentissages éventuels des élèves, hors évaluation précise. Elles étaient motivées en particulier par le manque de diffusion des travaux didactiques

1 Nous adoptons une définition de la complexité inspirée d'E. Morin : un système est complexe si sa description (et donc son analyse) n'est pas réductible à une juxtaposition de composantes mais demande une recombinaison.

2 Conceptions sur les mathématiques, leur enseignement et leur apprentissage.

chez les enseignants, même après une formation (Bolon, 1996, Roditi, 2005).

Il faut dire que les plus accessibles des recherches en didactique des mathématiques présentaient ce que nous appelons des ingénieries didactiques³, c'est à dire des séquences (suites de séances) à proposer en classe, souvent pour introduire une nouvelle notion : elles étaient élaborées à partir d'hypothèses sur les apprentissages des élèves et c'est la description de l'avancée du savoir dans la classe, exercices, cours, et exercices, qui pilotait les projets. Leur adoption en classe n'était pas facile et très rare, hors des participants à la recherche.

La première explication avancée a été si les enseignants n'empruntaient pas ces propositions, c'est parce qu'ils ne partageaient pas les conceptions sur l'enseignement et les apprentissages des mathématiques des chercheurs ayant produit les projets. Or des recherches sur ces représentations (Marilier, 1994, Robert & Robinet, 1992) ont révélé, d'une part, la difficulté d'isoler des représentations significatives des enseignants, c'est à dire liées à leurs pratiques effectives, et, d'autre part, ont montré que les représentations un peu formelles, exprimées au cours d'entretiens, ne discriminaient que partiellement les pratiques des enseignants, rendant l'hypothèse initiale caduque, du moins sous cette forme simpliste. Nous disons aujourd'hui que c'est la prise en compte de la complexité des représentations et de leurs liens avec les pratiques qui manquait. Plusieurs raisons, énumérées depuis (Robert, 2003), permettent ainsi de comprendre autrement la difficulté des emprunts de ces ingénieries

dans des classes « ordinaires » : le caractère isolé de ces propositions qui sont loin de couvrir tout un programme ni même souvent tout un chapitre donné met en jeu la nécessaire cohérence des pratiques individuelles sur le temps long. Le manque de clarté entre ce qui est essentiel ou conjoncturel dans les déroulements réels met en jeu la marge d'improvisation et les prises de risque consenties en classe. La distance aux habitudes que l'enseignant doit établir en classe, en relation avec le recours peu fréquent au travail en petits groupes ou à la nécessité d'un temps de recherche long, peut compromettre les objectifs imposés par les programmes ou introduire de manière inopportune de détours par des contenus mathématiques loin des programmes.

Les travaux qui ont suivi se sont alors centrés sur la recherche d'autres caractéristiques qui permettraient de mieux comprendre les différences entre pratiques et les difficultés de diffusion, pour permettre de mieux ancrer les ressources didactiques dans les pratiques usuelles. Les pratiques y sont encore considérées et analysées en relation exclusive avec les apprentissages éventuels des élèves, notamment en ce qui concerne le traitement du savoir mathématique dans la classe. Ces recherches (Chiocca, 1995, Josse & Robert, 1993, Hache, 2000, Chappet-Pariès, 2004) quelquefois coûteuses sur le plan méthodologique, ont surtout révélé une certaine diversité des discours et même des déroulements développés en classe – diversité de la structuration des discours⁴ par exemple, des commentaires « méta »⁵, des choix d'exercices et du travail correspondant organisé pour les élèves... C. Hache (2000) a défini des « univers » caracté-

3 Même si le sens initial de cette expression est limité à des propositions de chercheurs destinées à être testées par des recherches

4 On fait référence ici aux inscriptions du discours dans le temps

(de la séance ou même plus large), au savoir mathématique ou à l'histoire de la classe (mémoire).

5 Commentaires généraux sur les mathématiques, et le travail à effectuer (Robert & Robinet, 1996).

térisés par les types de tâches et de gestion correspondante : un enseignant donné n'a recours qu'à quelques univers fixés, ce qui inscrit les diversités des pratiques dans une certaine régularité qui lui est propre.

Des comparaisons de séances analogues faites par un même enseignant dans des classes différentes, plus ou moins défavorisées, ont montré des différences liées aux durées de travail laissées aux élèves : cependant les exercices sont analogues et les différentes phases de travail identiques ; les discours, assez proches, sont plus ou moins détaillés et développés (Chappet-Pariès *et al.* 2008).

Mais pourquoi, comment, ces diversités entre enseignants s'établissent ? Qu'est-ce qui est attaché à l'enseignant, qu'est-ce qui pourrait varier et comment ? Quelles relations avec les élèves ? D'une certaine manière on n'avait pas encore suffisamment de réponses aux questions à l'origine de nos travaux, en terme d'interprétation notamment et donc de diffusion ultérieure et de formations.

Les recherches suivantes, prenant davantage en compte le point de vue de la collectivité des enseignants, ont permis d'avancer sur certaines régularités, retrouvées chez beaucoup d'enseignants, qui correspondent à des choix communs pour un niveau scolaire donné : par exemple les choix globaux pour circonscrire ce qui va être enseigné dans un chapitre donné sont souvent proches pour beaucoup d'enseignants concernés, ces choix étant caractérisés par leur conformité aux programmes scolaires ; un certain nombre de principes pour la classe semblent adoptés par beaucoup d'enseignants : ne pas laisser une séance sans conclusion, ne pas laisser un chapitre sans évaluation, etc... (Roditi, 2003, 2005). Plus récemment les recherches de

Horoks sur les triangles semblables (2008) et de Chesnais sur la symétrie axiale en sixième (2009) ont illustré de nouveau le fait que les enseignants, même exerçant dans des établissements très différents, ont des choix assez proches quant au contenu global à mettre dans un chapitre et que les différences portent davantage sur les choix fins d'exercices proposés aux élèves et de déroulements organisés en classe.

L'intérêt de prendre en compte l'influence de contraintes externes à la classe, comme les programmes, pour analyser et comprendre les pratiques des enseignants commence ainsi à se dégager et constitue un début de réponse aux questions précédentes.

Nous inspirant de travaux de sciences de l'éducation (Crahay, 1989, par exemple et bien d'autres), d'ergonomie cognitive et didactique professionnelle (Pastré, 2002, Rogalski J., 2003), nous avons alors complexifié notre mode d'approche des pratiques enseignantes. Pour mieux les comprendre, dans leurs logiques propres, et, à terme, pour intervenir en formation, nous ne nous sommes plus limités à les analyser en ne prenant en compte que leurs relations aux apprentissages des élèves. Nous donnons une brève description du cadre théorique adopté avant de reprendre notre relation de résultats des recherches correspondantes et d'aborder les formations.

2. Intégrer la complexité des pratiques : la double approche ergonomique et didactique.

La principale complexification que nous avons introduite, inspirée de recherches dans des domaines connexes, a été la prise en compte systématique du métier d'enseignant dans les analyses didactiques des

pratiques (Robert, 2001) : nous cherchons à la fois les adaptations individuelles et les caractéristiques communes du travail à effectuer par tous les enseignants, dont l'inscription sociale de ce travail dans le collectif des enseignants (même si cela peut être en partie implicite).

Nous précisons des facteurs déterminants du métier d'enseignant que nous avons retenus, qui explicitent et justifient notre adoption de la complexité des pratiques.

La cohérence des pratiques au travail est depuis longtemps décrite par les ergonomes (de Montmollin, 1984), elle est jugée constitutive de la professionnalité et implique des mises en relation des dimensions utilisées dans les analyses.

Le travail en classe peut être approché d'autre part comme « la gestion d'un environnement dynamique humain » : ce sur quoi on « agit » ne dépend qu'en partie de l'action de celui qui agit, il y a des éléments imprévisibles, avec un développement propre... (Rogalski J., 2003). Ainsi y a-t-il une part d'improvisation, de compromis sans cesse réévalué entre le projet (mathématique pour nous) et les élèves. Perrenoud (1994) parlait « d'improvisation réglée ». De fait, comme nous l'avons déjà signalé en introduction, ce métier demande d'articuler un double travail de l'enseignant lié aux mathématiques (avant la classe et en classe, Robert & Rogalski M., 2003) – ce qui est prévu avant la classe délimite ce qui a lieu pendant la classe et ce qui a lieu pendant la classe influence ce qui va être anticipé pour la classe suivante. Il s'agit de plus d'imbriquer connaissances mathématiques et connaissances sur les élèves pour élaborer ce qui pourra entraîner un travail mathématique des élèves réalisable et efficace.

Mais ce travail de l'enseignant, variable selon les personnes et leur représentation de l'enseignement, doit respecter les programmes, les horaires et être conforme à l'organisation sociale de l'enseignement dans l'établissement scolaire ainsi qu'aux normes du métier.

L'inscription dans la complexité consiste pour nous à ne pas isoler l'analyse des choix quotidiens d'un enseignant en classe, même si on peut les décrire en référence aux apprentissages visés, du reste des facteurs qui peuvent y contribuer ; il s'agit de se donner les moyens d'inclure cette analyse dans des choix plus vastes de l'enseignant, rapportés à son métier et de les interpréter à la lumière de déterminants globaux des pratiques (Robert & Rogalski J. 2002).

D'un autre point de vue, nous distinguons pour prendre en compte la complexité des pratiques individuelles trois niveaux d'organisation des pratiques (Masselot & Robert, 2007) : un niveau global, celui des projets et des conceptions, qui traduit les manières individuelles de s'inscrire dans les contraintes externes globales ; un niveau local, celui du quotidien de la classe, de l'incertitude et de l'imprévu, où se jouent les improvisations et la mise en acte des préparations ; et un niveau micro, celui des routines et des automatismes. La cohérence citée plus haut relie ces différents niveaux d'organisation qui interagissent les uns sur les autres.

L'accès aux pratiques que nous utilisons contribue à la fois à démêler différentes dimensions imbriquées dans l'exercice du métier et à mettre en lumière leurs combinaisons, pour comprendre ce qui nous intéresse. Cela permet d'interpréter les régularités constatées, en les rapportant aux contraintes, communes à tous les enseignants ou à un groupe d'ensei-

gnants, liées aux programmes scolaires et aux habitudes partagées dans un établissement par exemple ; cela conduit à inscrire les variabilités dans les marges de manœuvre individuelles qui restent. Cela peut enfin conduire à des inférences en formation : celles-ci seront dégagées plus loin. Nous indiquons en annexe quelques éléments de la méthodologie précise que nous mettons en œuvre pour analyser les pratiques souvent à partir de vidéos tournées dans les classes.

3. La prise en compte de la complexité par le chercheur : *quelques exemples*

Nous donnons deux types d'exemples à partir de recherches sur des données recueillies en classe, à des échelles différentes.

3.1 *Des unités de base complexes*

Les unités significatives de nos analyses en classe sont les couples {tâche/déroulement}, constitués d'une tâche prévue dans un énoncé d'exercice, caractérisée par les connaissances mathématiques qu'elle met en jeu, et du travail des élèves correspondant organisé par l'enseignant. C'est ce qui permet de traquer à la fois les activités possibles des élèves en termes de mise en fonctionnement effective de leurs connaissances et les activités correspondantes de l'enseignant en classe, « embarquant » contraintes et conceptions. La liste des tâches seules ou les descriptions de la gestion séparée des contenus travaillés sont insuffisantes à nous renseigner.

Un enseignant propose par exemple, dans une classe de troisième, un exercice de géométrie dans lequel les élèves ont à reconnaître le théorème à utiliser, déjà connu et revu récemment en cours, et, pour l'appliquer, ont à introduire un calcul qui mélange des don-

nées numériques et des données algébriques – ce qui est nouveau pour eux. L'enseignant fait d'abord discuter collectivement les élèves sur la stratégie à mettre en œuvre (reconnaître le théorème) – certains élèves n'ayant pas reconnu le théorème vont se mettre au travail seulement après cette phase, pendant le temps de recherche individuelle laissé par l'enseignant une fois que le théorème à utiliser a été rappelé. Une autre organisation du travail de la classe, en petits groupes par exemple, aurait amené des discussions vraisemblablement plus longues et plus larges pour cette reconnaissance. En revanche, si l'enseignant n'avait pas ménagé la première phase de mise au point de la stratégie, certains élèves n'auraient peut-être même pas travaillé à (au moins) appliquer le théorème (Robert, 2007).

3.2 *Exemple de logique d'action*

Lorsque les données dont nous disposons sont suffisantes, nous regroupons les enseignements recueillis sur les choix des enseignants sur leurs scénarios, leur gestion et leurs conceptions⁶ en un système unique, que nous nommons « logique d'action ». Voici un exemple tiré de séances d'exercices proposées en quatrième et en troisième après le cours correspondant ; les données en classe sont enrichies par un entretien avec l'enseignant (Robert, 2008). L'enseignant choisit des exercices comportant des adaptations et pouvant laisser des initiatives à certains élèves, les autres ont l'occasion de travailler sur des tâches plus simples. La gestion est très organisée et répétitive : elle débute par une installation collective du travail de recherche de la stratégie à suivre (c'est à dire la reconnaissance des propriétés à utiliser), où la mutualisation des réponses de certains élèves, éventuellement

6 Ou encore composantes cognitive, médiative et personnelle.

complétées, aboutit à un listage de sous-tâches ; cette phase est suivie d'un travail individuel des élèves (mettant encore en jeu des adaptations, réduites, des propriétés) puis d'une correction « modèle ». Cet enseignant ne fait pas confiance au travail collectif des élèves entre eux ; il donne quelques aides constructives⁷ à la fin de l'exercice, sous forme de décontextualisations qui semblent s'adresser aux élèves les plus avancés.

4. Nouveaux résultats, premières conséquences sur les formations (initiales ou continues)

Nous indiquons quelques résultats de recherches récentes qui peuvent avoir des conséquences sur les formations.

4.1 La stabilité des choix de gestion des séances des enseignants expérimentés.

Des analyses de pratiques d'un même enseignant dans plusieurs classes ont amené à énoncer l'hypothèse suivante (Robert & Vandebrouck, 2003, Robert, 2008) : dans des conditions institutionnelles et sociales comparables, les pratiques en classe d'un enseignant expérimenté ont une certaine invariance et cette stabilité concerne d'abord les décisions de gestion de l'enseignant, *a priori* ou pendant la séance. Autrement dit, ces choix s'avèrent plus stables que les choix précis de contenus, préparés d'ailleurs avant la séance et davantage soumis aux contraintes institutionnelles, comme les changements de programmes. Tout se passe comme si, pour un enseignant expérimenté, les routines et automatismes élaborés au cours du temps jouaient comme un stabilisateur de ce qui concerne l'organisation au quotidien du travail des élèves.

⁷ Ce sont des aides qui ajoutent quelque chose au travail de l'élève, complètent, relient à autre chose, généralisent etc.

L'équilibre trouvé entre la prise en compte des élèves, la nécessité d'avancée dans le programme et la conformité professionnelle serait une adaptation stabilisée pour l'enseignant et difficilement ébranlable ; des modifications liées aux choix de contenus pourraient être intégrées, en particulier dans les préparations, sans pour autant avoir de répercussion sur les déroulements en classe.

Ainsi par exemple, certains exercices nouveaux peuvent être proposés aux élèves, suite à un travail de l'enseignant au niveau global, mais sans répercussion sur son travail au niveau local, pendant la séance, c'est-à-dire sans que l'organisation du travail des élèves choisie en classe soit modifiée... avec, peut-être, des conséquences sur le bénéfice que les élèves pourront tirer des exercices, au cas où les déroulements adoptés ne sont pas les mieux adaptés aux tâches.

On peut se demander aussi si certains élèves ne sont pas de ce fait souvent exclus des activités mathématiques dans une classe donnée : du fait des choix de gestion de l'enseignant, ils n'auraient jamais l'occasion de développer des connaissances proches des savoirs visés, intermédiaires nécessaires aux apprentissages. Les aides peuvent ne jamais « s'adresser » à eux – leurs activités, a minima, n'ayant provoqué que des aides « procédurales », réduisant la tâche en indiquant comment l'effectuer, de la part de l'enseignant.

Signalons que ce type de résultats sur les invariances a déjà été dégagé, de manière plus générale, notamment dans un article de Crahay (1989). D'autres auteurs (Maurice & Allègre, 2002) ont montré une certaine invariance dans la gestion globale du temps donné aux élèves pour chercher les problèmes de mathématiques.

Les conséquences en formation continue sont immédiates et importantes : cette stabilité est évidemment une source de difficultés, dès lors que les propositions envisagées portent sur les déroulements, surtout s'ils ne sont pas conformes à l'habitude.

Des recherches sur l'intégration des TICE dans les pratiques des enseignants ont d'ailleurs mis en évidence des difficultés apparemment liées, entre autres, à des questions de modifications de déroulement non immédiates (Abboud-Blanchard & Chappet-Pariès, 2008). Cela peut aussi éclairer, et cela apparaît dans beaucoup de bilans rédigés par les participants à des formations continues, l'importance pour ces formations du temps long – pour modifier certaines habitudes – et de la possibilité de travailler collectivement – pour des prises de risque partagées.

Cela nous a amenés à une réflexion sur la robustesse des tâches : il est intéressant de disposer de tâches peu sensibles aux différents déroulements possibles.

4.2 Difficultés des enseignants débutants

Nous disposons d'assez peu de recherches sur les pratiques en classe des débutants enseignants de mathématiques du second degré – un travail récent permet cependant d'apprécier quelques évolutions (Grugeon, 2008). Que ce soit dans d'autres domaines de recherche ou au niveau international (Kraimer & Wood, 2007), on dispose d'éléments locaux, relativement isolés, d'expériences encore limitées, pas toujours en relation avec l'acquisition d'un métier.

Nous nous appuyons ici sur des réflexions générales, assez répandues et partagées par beaucoup de formateurs. On peut ainsi pen-

ser que les débutants développent des pratiques qui évoluent tout au long de leur première année, transitoires : elles ne sont pas encore stables, elles sont déjà complexes et on peut supposer que leur cohérence est déjà « en germe », à partir de leurs expériences antérieures et connaissances. Ces jeunes collègues sont amenés à adopter une nouvelle posture, qui fait intervenir leurs conceptions et leurs connaissances et qui est liée à l'exercice d'un métier nouveau, dans un établissement réel. Par exemple ils doivent élaborer un texte complet du savoir sur chaque chapitre, avec une suite de cours et d'exercices, alors qu'avant, c'était la résolution des exercices qui avait un rôle déterminant dans leur réussite individuelle, en relation avec leur apprentissage du cours, donné par le professeur ; mais ils ne peuvent pas non plus tout mettre dans leur cours ni proposer tous les exercices possibles – ce deuil de l'exhaustivité, spécifique à l'enseignement avant l'université, est très peu préparé par l'enseignement universitaire ; ils doivent tenir compte des élèves dans leurs prévisions et leur gestion de la classe, paramètre totalement nouveau, qui force à une décentration du travail mathématique ; mais aussi, petit à petit, ils ont à prendre conscience des contraintes et des marges de manœuvre de leur nouvelle profession : « tout n'est pas possible ni pour tout le monde, ni pour chacun ». Plus tard, confrontés à des programmes différents, ils devront en saisir la portée et les limites, ils devront aussi répondre à leurs élèves, aussi variées et opaques que soient leurs questions, mais à la mesure de l'engagement qu'ils pourront consentir, dans la durée.

Au quotidien, dans les classes des débutants, on a mis en évidence depuis longtemps des difficultés, plus ou moins résistantes, dont les plus tenaces concernent la prise en compte des élèves et la gestion du temps. On

constate des caricatures (Chesné, 2006) : il se peut que le projet mathématique de la séance soit majoré au détriment des élèves, ou que ce soit la prise en compte des élèves, souvent très individualisée, qui est majorée, au détriment du suivi du projet mathématique, qui se dilue. Tout se passe comme si certains débutants étaient obnubilés par les réactions de la classe et le souci que tous les élèves suivent, alors que d'autres oublieraient que c'est aux élèves qu'il leur faut enseigner des mathématiques.

Le projet mathématique développé par les débutants est souvent assez local, à l'échelle de quelques séances au maximum et ne s'inscrit pas toujours dans un ensemble relativement cohérent sur l'année, notamment sur le plan du savoir mathématique comme l'ont montré des recherches développées en théorie des situations (Margolinas & Rivière, 2005, Bloch, 2005). Certains débutants ont par ailleurs tellement naturalisé certaines notions mathématiques qu'ils n'en voient plus les difficultés (comme l'a montré pour l'algèbre élémentaire Lenfant, 2002), ils ont oublié qu'énoncer une règle, même en la commentant, ne suffit pas à la faire apprendre (à tous), ils négligent le passage par des processus pragmatiques, des intermédiaires, des constructions transitoires avant l'appropriation formelle des choses ; ils peuvent aussi minorer la nécessité de constructions du sens.

Nous interprétons aussi ces constats comme traduisant une double difficulté : l'absence d'automatismes, de routines, et le manque de projet global, consistant, tant sur les mathématiques que sur les élèves ; cela fait obstacle à la possibilité d'une certaine prise de distance avec le niveau de la classe au quotidien. De ce fait, ce niveau occuperait toute la scène, serait en quelque sorte « sur-

chargé », sans possibilité d'articulation des différentes dimensions à l'oeuvre dans les pratiques. En particulier mathématiques et élèves ne sont pas encore « imbriqués » dans les préoccupations et les activités des débutants alors que chez des enseignants expérimentés en revanche il est quasi-impossible de ne parler « que de mathématiques » tant « les élèves » sont immédiatement associés à toute réflexion mathématique...

Cela dit, les formations, sur le terrain et autres, amènent la plupart des débutants à surmonter les premières difficultés, les plus visibles, avec plus ou moins de mal, notamment selon l'établissement où ils sont affectés. Les classes « tournent » mais des questions majeures demeurent : comment aider au mieux à cette prise en main des classes ? Que dire de la qualité des apprentissages des élèves ? Autant de questions qui restent encore largement ouvertes aujourd'hui, même si nos travaux permettent d'étayer une réflexion sur les formations.

5 La formation professionnelle des enseignants

Pour les chercheurs, la complexité est un moyen de décrire les pratiques ; mais qu'en est-il pour les enseignants ? Comment cette complexité s'élabore-t-elle, voire se modifie-t-elle chez un enseignant ? Les recherches sont encore isolées et souvent cliniques (à partir de quelques cas).

Les propositions qui concernent l'installation des pratiques et la formation professionnelle initiale et celles qui s'adressent à l'enrichissement des pratiques en formation continue (Robert, 2005, Grugeon *et al.*, 2007) diffèrent à l'évidence - nous abordons ici essentiellement les premières.

5.1 *Des questions préalables sur les besoins ressentis par les enseignants en formation initiale et ceux présumés par les formateurs, sur l'organisation des formations dans la durée et sur les évaluations des formations.*

Passer d'une posture d'étudiant à une posture d'enseignant n'est pas immédiat, cela peut amener dans un premier temps à une attitude « adolescente », systématiquement critique des formations initiales proposées, quelles qu'elles soient (Blanchard-Laville & Nadot, 2000) : il n'y a pas toujours coïncidence immédiate entre les besoins ressentis par les étudiants (futurs enseignants) et les besoins supposés par les formateurs, sans que cela corresponde nécessairement à un défaut des formations. Cela a cependant donné beau jeu aux détracteurs des IUFM et aux médias ... Il reste que nous ne pouvons ignorer les besoins ressentis !

Le principe de l'alternance entre terrain, formation individuelle (accompagnement personnalisé par un professionnel sur le terrain, grandement apprécié) et formation regroupée, assure que les débutants ne soient pas totalement engloutis dans les premiers problèmes de gestion quotidienne, et se préparent ainsi à s'adapter aux contextes variés qui les attendent. Mais dans quelle mesure et de quelle manière faut-il tenir compte de l'évolution des besoins entre le début de l'année et la fin de l'année pour un débutant ?

Cela nous engage à des évaluations des formations dépassant les traditionnels bilans à chaud ou même différés. Mais elles mettent en jeu un triple chantier : celui des formations (scénarios et formateurs), celui des pratiques des « formés », en relation avec les formations, et celui des apprentissages de leurs élèves, qu'on ne peut laisser de côté. La com-

plexité de l'entreprise explique la rareté de telles recherches et le caractère clinique de celles qui ont été menées.

En formation continue, même si des diversités sont inévitables, un certain nombre de régularités apparaissent dans les besoins ressentis sur les formations : *apprendre quelque chose, mais pas de la théorie, du nouveau mais qui puisse servir en classe...* Comment tenir compte de ce type de besoins ? Entre ouvrir une certaine palette de possibles et donner des situations clef en main, quelles marges d'adaptation laisser, quelles possibilités de dénaturation prévenir, quels indicateurs de « bon déroulement » donner aux utilisateurs ?

Enfin, il y a un large consensus sur le fait que la formation doit être conçue dans la durée, avec éventuellement de la préprofessionnalisation avant l'engagement dans l'enseignement, et de la formation continue, dont l'importance est reconnue de plus en plus, après la formation initiale. Quelles sont les relations entre l'installation des pratiques et leur développement ultérieur ? Quelles sont les relations à organiser entre les formations initiales et continues ?

5.2 *Un début de réponse*

Du point de vue théorique, nous retenons d'abord une hypothèse générale pour penser les formations, en « calquant » l'hypothèse correspondante pour les apprentissages : il s'agit de « partir » des pratiques pour former les pratiques. On pourrait évoquer une hypothèse de type « épistémologique », faisant écho à Vergnaud lorsqu'il symbolise l'épistémologie des apprentissages des mathématiques par la formule lapidaire « les problèmes sont source et critère des savoirs ».

Ce qui précède amène alors à postuler que ce seraient les pratiques des enseignants, y compris en classe de mathématiques, avec *tout ce qui va avec*, qui seraient, au moins pour partie, source et critère des acquis professionnels, en deçà des différents savoirs qui peuvent intervenir en amont. La complexité intervient pour ne pas isoler comme objets de formation par exemple les activités des enseignants avant la classe, puis leurs activités en classe. Ou les choix d'exercices et la manière de faire travailler les élèves dessus. Enseigner n'est pas seulement exposer de nouvelles connaissances prévues dans les programmes aux élèves : il faut les faire travailler pour qu'ils comprennent et utilisent ce qui est en jeu mais dans le cadre des contraintes institutionnelles et sociales incontournables, et de manière compatible avec sa personnalité. En un mot il s'agit que l'objet des formations ressemble aux pratiques réelles !

Cela dit, plusieurs étapes, voire une progression peuvent être dégagées, tant dans le travail de l'enseignant à former que dans les formations elles-mêmes.

D'autre part nous retenons les idées, notamment développées par Vygotski (cf. Rogalski, 2005), de l'importance du langage comme outil de communication et de prise de conscience ; l'hypothèse que la formation individuelle peut suivre des échanges collectifs, renforcées par l'hypothèse que des connaissances (au sens très large) peuvent s'acquérir si elles ont suffisamment de proximité avec les connaissances « déjà là » au moment où elles sont présentées ou discutées. Ici le terme « connaissances » ne désigne pas seulement une liste de connaissances dites professionnelles, sur les mathématiques à enseigner ou la pédagogie ou le métier, mais s'applique à quelque chose qui

relève aussi des pratiques, y compris en classe, mais pas seulement.

5.3 Des propositions partielles

Reste à préciser des opérationnalisations de ce qui précède, notamment en formation initiale.

Nous prenons acte du constat déjà évoqué de la difficulté des enseignants débutants à « sortir » de leur classe et de leurs demandes de formations très contextualisées, directement utilisables. Nous le traduisons, compte tenu de la complexité des pratiques, en une demande à ne pas avoir à recomposer par eux-mêmes les différentes dimensions qui pourraient être abordées séparément en formation, par exemple dans des séances sur les programmes, sur des listes d'exercices, ou sur des éléments liés aux seuls déroulements comme « gestion de l'hétérogénéité », « corrections de copies » ... Cela nous amène au projet d'organiser des séances de formation à partir de pratiques effectives, notamment en classe et non d'éléments plus généraux qui les nourrissent, ce qui est compatible avec les hypothèses générales adoptées. Ces séances seraient mises en place à partir du moment où les débutants ont un contact avec les classes, occupant une partie du temps réservé à la formation professionnelle. Il s'agit de présenter les éléments de formation visés comme réponses en termes de pratiques à des questions sur les pratiques que se posent ou peuvent se poser les enseignants débutants ; cela vient en complément d'éléments présentés « à l'avance ».

Sans aborder l'ensemble de la formation, nous suggérons ainsi de concevoir régulièrement des séances collectives amenant à des généralisations à partir des pratiques pré-

sentées et non l'inverse. Cela implique un travail collectif, avec un formateur, qui s'appuie sur des pratiques réelles et/ou filmées et/ou simulées pour remonter à des questions globales – à partir des problèmes particuliers qui auront pu être dégagés ; on y aborde à partir de l'extrait travaillé en même temps plusieurs aspects imbriqués des pratiques (dans l'article de Chesné, Pariès, Robert, 2009 des exemples précis sont donnés) ; ces séances ont un caractère « opportuniste » au sens où ce travail ne s'inscrit pas dans un programme mais doit s'adapter à ce qu'ont rencontré les participants. Les séances analysées doivent faire directement écho pour chaque formé à des éléments de sa propre pratique, déjà passée et/ou à venir bientôt.

Les activités des participants en formation les amènent à imbriquer ainsi toujours un travail sur deux dimensions au moins des pratiques, par exemple un travail sur des choix de contenus a priori croisés avec les choix de gestion correspondants pendant la classe (cf. les unités complexes évoquées ci-dessus) ; cela implique aussi d'aborder en formation les contraintes et marges de manœuvre des enseignants, sans ignorer les interrogations et même tensions qui peuvent exister ; cela conduit enfin à reconnaître les diversités personnelles et à essayer d'adapter les formations aux individus en présence en dégageant des variables et des possibles.

Nous pensons, toujours en nous inspirant de ce qui précède, qu'il est indispensable dans ces séances organisées hors classe et regroupées en centre, de donner une place explicite aux échanges entre les participants, qui les apprécient comme on le sait. Cela permet aussi aux formateurs de mieux « coller » aux groupes concernés – et de mieux « décoller » ensuite (dépersonnaliser, généraliser, aller

vers des concepts), en ayant une idée précise de ce qui peut être complété à partir de ce qui « sort » de tels échanges collectifs entre pairs. C'est au formateur de profiter des réactions et interprétations des participants, partielles, diverses, pour les transformer en questions systématiques précises et pour y apporter des éléments de réponses, par exemple sous forme d'alternatives, complétant et généralisant les interventions des participants. Rien n'exclut d'enclencher de nouvelles dynamiques professionnelles, y compris individuelles.

Le dépassement des constats peut gagner à être accompagné de l'introduction de « mots pour le dire », spécifiques. Ce vocabulaire professionnel petit à petit partagé, construit pendant le travail à partir des pratiques en classe, peut contribuer à la mise en place des références collectives. Les réponses apportées, qui restent de l'ordre des pratiques, sont susceptibles de les enrichir, directement, sans besoin de recomposition.

De telles séances existent déjà, quelquefois le travail autour de l'écrit professionnel (mémoire) a pu être organisé de cette façon – ailleurs ce peut être à l'occasion d'atelier de pratiques ou de séances autour de vidéo, pas nécessairement filmées dans les classes des participants d'ailleurs.

Cela nécessite que les formateurs accordent une place importante à l'élaboration des modalités des formations, en donnant notamment un rôle explicite au collectif ; cela nécessite de planifier des formations suffisamment longues.

5.4 Perspectives

Des questions majeures devront être abordées par les recherches à venir.

Les premières concernent les relations entre savoirs disciplinaires et savoirs professionnels : c'est un point que nous n'avons pas du tout abordé mais qui conditionne évidemment toute la réflexion. Nous avons évoqué ci-dessus un travail qui part des pratiques et complète les connaissances déjà-là. Encore faut-il qu'il y ait suffisamment de connaissances déjà-là pour que les participants y intègrent les compléments !

D'autres interrogations concernent les modalités des formations et l'assemblage des différents apports au sens le plus large. Comment ménager par exemple dans les formations la recombinaison des différents savoirs tra-

vaillés en amont, y compris généraux ? Faut-il le faire aussi à partir de séances effectives ? Y a-t-il un ordre plus ou moins efficace dans les apports et leur recombinaison, des hiérarchies ? Comment par exemple former à enseigner à des élèves très éloignés des conditions sociales et culturelles facilitant les acquisitions scolaires – commence-t-on par là ou commence-t-on par des éléments dans des classes ordinaires et des éléments sociologiques ?

D'autres questions enfin concernent les variabilités individuelles des pratiques : quelles sont les limites de ce qui peut s'instaurer et/ou changer chez un enseignant donné, par exemple dans le discours ?

Bibliographie

ABBOUD-BLANCHARD M., CHAPPET-PARIES M. (2008). L'enseignant dans une séance de géométrie dynamique – comparaison avec une séance papier-crayon, in F. Vandebrouck, *La classe de mathématiques*. Toulouse, Octarès, pp.261-292.

BLANCHARD-LAVILLE C. & NADOT S. (Ed). (2000). *Malaise dans la formation des enseignants*. Paris, L'harmattan.

BLOCH I. (2005). Comment analyser la pertinence des réactions mathématiques des professeurs dans leur classe ? Comment travailler cette pertinence dans des situations a-didactiques ? in Castela et Houdement, Eds, *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*, pp. 77-114.

BOLON J. (1996). *Comment les enseignants tirent-ils parti des recherches faites en didactique ?* Thèse de doctorat, Université Paris 5, Paris.

CHAPPET PARIES M. (2004). Comparaison de pratiques d'enseignants de mathématiques- Relations entre discours des professeurs et activités potentielles des élèves, *Recherches en didactique des mathématiques* n° 24 2/3, pp. 251-284.

CHAPPET PARIES M., ROBERT A., ROGALSKI J. (2008). Analyses de séances en classe et stabilité des pratiques d'enseignants de mathématiques expérimentés du second degré. *Educationnal studies of mathematics* n°68, 1, pp. 55-76.

CHESNAIS A. (2009) Thèse en cours sur la symétrie axiale en sixième

- CHESNE J.F. (2006). *La formation des pratiques chez les enseignants du second degré : des passages obligés ?* Mémoire de master, Université Paris 7.
- CHESNE J.F., CHAPPET PARIÉS M, ROBERT A. (2009). Quelques exemples pour organiser une partie de la formation professionnelle initiale des enseignants de mathématiques des lycées et collèges, *Petit x* 80.
- CHIOCCA C-M. (1995). *Analyse du discours de l'enseignant de mathématiques en classe de mathématiques - représentations des lycéens sénégalais*, Thèse de doctorat, Université Paris 7, Paris.
- CRAHAY M. (1989). Contraintes de situations et interactions maître- élève, changer sa façon d'enseigner, est-ce possible ? *Revue française de pédagogie* n° 88, pp. 67-94.
- GRUGEON M. (2008). Quelle évolution des pratiques d'un professeur stagiaire de mathématiques pendant son année de formation à l'IUFM ? in F. Vandebrouck, *La classe de mathématiques*. Toulouse, Octarès, pp. 383-420.
- GRUGEON M., ROBERT A., RODITI E. (2008). Diversités des offres de formation et travail du formateur d'enseignants de mathématiques du secondaire. *Petit x*, n°74, pp. 60-90.
- HACHE C. (2000). L'univers mathématique proposé par le professeur en classe. *Recherches en Didactique des Mathématiques* n° 21 1/2, pp. 81-98.
- JOSSE E. & ROBERT A. (1993). Introduction de l'homothétie en seconde, analyse de deux discours de professeurs. *Recherches en Didactique des Mathématiques* n°13 1/2, pp. 119-154.
- HOROXS J. (2008). Les triangles semblables en classe de seconde : de l'enseignement aux apprentissages. *Recherches en didactique des mathématiques*, n°28/3, pp. 379-416.
- KRAINER K, WOOD T. (2003). *Handbook in teachers education*. West Lafayette USA Editors, Sense Publishers, Rotterdam/Taipei.
- LENFANT A. (2002). *De la position d'étudiant à la position d'enseignant : l'évolution du rapport à l'algèbre de professeurs stagiaires*. Thèse de doctorat, Université Paris 7, Paris
- LEPLAT J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail*. Paris, PUF
- MARGOLINAS C. ET RIVIERE O. (2005). La préparation de séance : un élément du travail du professeur. *Petit x* 69, pp. 32-57.
- MARILIER M-C. (1994). *Représentations des enseignants de mathématiques qui font pratiquer le travail en petits groupes*. Thèse de doctorat, Université Paris 7, Paris.
- MASSELOT P. & ROBERT A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherches et formation* n° 56, pp. 15-32.

MAURICE J-J. & ALLEGRE E. (2002). Invariance temporelle des pratiques enseignantes: le temps donné aux élèves pour chercher. *Revue Française de Pédagogie* n°138, pp. 115-124.

MONTMOLLIN (DE) M. (1984). *L'intelligence de la tâche*. Berne, Peter Lang.

PASTRE P. (2002). L'analyse du travail en didactique professionnelle. *Revue Française de Pédagogie* n°138, pp. 9-18.

PERRENOUD P. (1994) *La formation des enseignants entre théorie et pratique*. Paris : L'Harmattan.

ROBERT A. (1999). Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe. *Didaskalia*, n°15, pp 123-157.

ROBERT A. (2001). Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant. *Recherches en didactique des mathématiques*, n°21,1/2, pp. 57- 80.

ROBERT A. (2003). De l'idéal didactique aux déroulements réels en classe de mathématiques : le didactiquement correct, un enjeu de la formation des (futurs) enseignants (en collège et en lycée). *Didaskalia* n°22, pp. 99-116.

ROBERT A. (2005). De recherches sur les pratiques aux formations d'enseignants de mathématiques du second degré. *Annales de didactique et de sciences cognitives* n°10, pp. 209-250.

ROBERT A. (2007). Stabilité des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré) : une hypothèse, des inférences en formation. *Recherches en didactique des mathématiques* n° 27/3, pp. 271-312.

ROBERT A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques in F. Vandebrouck, La classe de mathématiques. Toulouse, Octarès. pp.59-68.

ROBERT A. & ROBINET J. (1992). Représentations des enseignants et des élèves, *Repères Irem* n°7, pp. 93-99.

ROBERT A. & ROBINET J. (1996). Prise en compte du méta en didactique des mathématiques *Recherches en didactique des mathématiques* n° 16/2, pp. 145-176.

ROBERT A. & ROGALSKI J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, n°2,4 pp. 505-528.

ROBERT A. & ROGALSKI M. (2003). Comment peuvent varier les activités mathématiques des élèves sur des exercices – le double travail de l'enseignant sur les énoncés et sur la gestion en classe, *Petit x* n°60, pp. 6-25.

ROBERT A. & VANDEBROUCK F. (2003). Des utilisations du tableau par

des professeurs de mathématiques en classe de seconde. *Recherches en didactique des mathématiques* n° 23/3, pp. 389-424.

RODITI E. (2003). Régularité et variabilité des pratiques ordinaires d'enseignement. Le cas de la multiplication des nombres décimaux en sixième, *Recherches en didactique des mathématiques*, n° 23/2, pp. 183-216.

RODITI E. (2005). *Les pratiques enseignantes en mathématiques*. Paris, L'harmattan.

ROGALSKI J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23/3, pp. 343-388.

ROGALSKI J. (2005). Piaget et Vygotski : apports croisés pour une approche développementale, in Castela et Houdement, Eds, *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*, pp. 237-262.

ROGALSKI J. (2008). Le cadre général de la théorie de l'activité, in F. Vandebrouck, *La classe de mathématiques*. Toulouse, Octarès. pp. 23-30 et 429-454.

VANDEBROUCK F. (2008). *La classe de mathématiques : activités d'élèves et pratiques d'enseignants*. Toulouse, Octarès.

ANNEXE

Notre orientation méthodologique

Il s'agit ici d'indiquer brièvement comment nous opérationnalisons nos recherches sur les pratiques. Toutes les recherches didactiques, et nous ne faisons pas exception, sont caractérisées par une entrée dans les différentes analyses par les contenus à enseigner (ici mathématiques).

Mais nous voulons aussi donner aux sujets, élèves et enseignants, une place qui ne soit pas seulement « générique », qui ne soit pas réduite à une « fonction » dans un système. La théorie de l'activité, issue des travaux de Leontiev, « alimentée » à la fois par la didactique des mathématiques et la didactique professionnelle nous a donné le cadre théorique général pour inscrire nos recherches (Rogalski, 2008).

Ce qui précède entraîne que nous analysons les pratiques des enseignants en ne nous limitant pas à des dimensions exclusivement en relation avec les activités (possibles) des élèves,

ces dernières étant choisies comme intermédiaires significatifs entre les pratiques des enseignants et les apprentissages éventuels. Si c'est encore le rôle médiateur de l'enseignant, entre le savoir et les activités des élèves qui pilote nos analyses de ses pratiques en classe, c'est la prise en compte de la place de l'enseignant comme professionnel qui nous amène à enrichir le point de vue et à systématiquement compléter nos données et nos analyses. On y intègre les contraintes institutionnelles et sociales qui délimitent l'exercice de la profession, ainsi que des données personnelles, incontournables à nos yeux, traduisant les acceptations individuelles du métier.

Cinq composantes des pratiques (on pourrait parler de dimensions) sont élaborées à partir de ces données (Robert, 2008). La composante cognitive est déterminée à partir des choix des itinéraires cognitifs prévus pour les séances sur un contenu donné (organisation des savoirs présentés et des tâches proposées, gestion a priori), la composante médiative est associée aux choix des déroulements effectivement organisés en classe. C'est la prise en compte de l'inscription dans les contraintes et ressources liées aux mathématiques à enseigner, aux programmes, aux documents d'accompagnements, aux manuels, aux horaires qui permet de définir la composante institutionnelle des pratiques. L'inscription dans les contraintes sociales, liées aux élèves et à leurs difficultés, aux collègues et à leurs attentes, à la composition de l'établissement, aux habitudes et normes professionnelles, permet de définir une composante sociale ; enfin le relevé de facteurs personnels, tels l'engagement, la nature et l'importance du projet de l'enseignant et ses représentations des enseignants sur les mathématiques, leur enseignement et leur apprentissage⁸ amènent à la définition d'une composante personnelle.

La complexité des pratiques est accessible grâce aux recompositions à faire à partir des composantes, qui sont ainsi des intermédiaires pour les analyses. Des logiques d'action individuelle sont ainsi dégagées, imbriquant la composante cognitive (choix de contenus et gestion a priori) et la composante médiative (choix de déroulements), confortées par des éléments de la composante personnelle. Complétées par les composantes institutionnelle et sociale, elles fournissent un « descriptif » complexe de la manière dont l'enseignant de mathématiques met ses élèves sur le chemin des connaissances d'une notion donnée, dans une classe donnée, d'un établissement donné (Chappet-Pariès *et al*, 2008). Ce descriptif contribue à mettre en lumière les relations entre des décisions planifiées (composante cognitive) et des improvisations (composantes médiative, voire sociale) et donne accès aux compromis correspondants. Il autorise un travail bien renseigné sur les alternatives, grâce à l'imbrication de la composante institutionnelle aux composantes cognitive, médiative et personnelle. Il permet ainsi de renouveler l'étude des régularités intra-individuelles ou des adaptations chez un enseignant donné, par exemple selon les caractéristiques de sa classe, en introduisant des réseaux de causes. Il donne aussi accès à aux différences entre enseignants, notamment pour des classes « similaires », engageant dans la mise en évidence de problématiques professionnelles ouvertes.

8 Représentations métacognitives (Robert & Robinet, 1992).