

**Formation à l'enseignement des mathématiques  
et développement de compétences professionnelles :  
articulation entre formation mathématique, didactique et pratique**

Nadine Bednarz, département de Mathématiques et CIRADE,  
Université du Québec à Montréal  
Marie-Jeanne Perrin-Glorian, Institut de Formation des Maîtres de l'Académie de Lille  
et Equipe DIDIREM, Université Paris 7.

**Introduction**

Les questions qui se posent concernant la formation des maîtres<sup>1</sup> ne sont pas indépendantes du contexte institutionnel dans lequel se déroule cette formation, celui-ci permet de situer les actions entreprises par les formateurs de part et d'autre de l'Atlantique et les défis qui se posent. Dans une première partie, nous présenterons tout d'abord le contexte institutionnel et les orientations générales de la formation des enseignants en France et au Québec, illustrées par quelques exemples. Nous verrons que les conditions de la formation sont fort différentes dans les deux pays. Dans une deuxième partie, nous interrogerons les résultats de recherches sur l'étude des pratiques ordinaires des enseignants pour poser de nouvelles questions sur la formation. La troisième partie dégagera quelques éléments mis en évidence par les recherches sur la formation initiale des enseignants avant d'envisager des perspectives.

**1. Les conditions de formation des enseignants en France et au Québec**

**1.1. Brève présentation du contexte institutionnel dans lequel se déroule la formation en France**

*Remarque préalable* : nous nous intéresserons principalement à la formation initiale des professeurs de lycée (15 ans à 18 ans) et collège (11 ans à 15 ans), en tout cas en ce qui concerne les exemples et les précisions sur les modalités de la formation. La formation des professeurs du primaire a des caractéristiques assez différentes sur de nombreux points qui seront précisés, mais certaines réflexions et questions concernent l'ensemble de la formation des maîtres.

***a) Les grandes filières de formation des enseignants en France***

Il existe trois grandes catégories d'enseignants des mathématiques dans la scolarité primaire et secondaire : les professeurs des écoles, polyvalents qui enseignent toutes les disciplines de la maternelle (à partir de 2 ou 3 ans : en France, la grande majorité des enfants de 3 ans sont scolarisés) jusqu'à la fin du primaire (11 ans) ; les professeurs de collèges et lycée de l'enseignement général (qui enseignent seulement les mathématiques à des élèves de 11 ans à 18 ans, jusqu'au diplôme de fin d'études, le baccalauréat) ; les professeurs des lycées professionnels qui enseignent les mathématiques et les sciences (physique et chimie) dans les filières professionnelles à des élèves de 15 à 20 ans environ.

---

<sup>1</sup> Le texte, dans sa dimension plus générale, porte sur la formation initiale des enseignants et enseignantes (autant du primaire que du secondaire); les exemples plus précis ont cependant trait, pour la plupart, à la formation initiale des enseignants du secondaire (second degré selon l'appellation que l'on retrouve en France). Nous n'abordons pas ici les questions liées à la formation continue. Restreinte aux cas de la France et du Québec, l'étude demanderait à être prolongée à d'autres pays de la Francophonie.

*Un point commun de la formation des maîtres, quel que soit le secteur, est que les enseignants sont recrutés par concours avec un nombre de places fixé (entrée dans la fonction publique) au niveau de la licence (baccalauréat plus 3 ans d'université) mais que le concours se passe généralement après une année de préparation qui dépend de l'IUFM dans tous les cas et est assurée pour la plus grande partie par l'université en ce qui concerne le professorat des lycées généraux et collèges. Toutefois toute personne possédant une licence ou un titre admis en équivalence peut passer le concours (et le réussir) sans avoir suivi l'année de préparation.*

Après la réussite au concours, les futurs enseignants deviennent stagiaires (rémunérés) avec 1/3 du temps en responsabilité dans une classe (selon des modalités différentes) et bénéficient d'un an de formation professionnelle à l'IUFM. Au cours de cette année, ils rédigent un mémoire professionnel sur un sujet de leur choix en liaison avec la pratique professionnelle. Cela peut être l'occasion d'une réflexion didactique sur un point de leur pratique. Si leur évaluation (fondée surtout sur les stages mais aussi sur leur mémoire professionnel et leur participation aux cours) est satisfaisante, ils sont titularisés à l'issue de l'année de stage.

Pour les professeurs de lycée et collège, il existe un concours de niveau supérieur, l'agrégation, qui donne aussi accès à l'enseignement dans des classes post-baccalauréat et, dans certaines conditions, au premier cycle des universités. Il nécessite une maîtrise (bac +4 ans d'université) et se prépare à l'université sans intervention de l'IUFM. Les lauréats du concours bénéficient d'une formation professionnelle d'un an dans des conditions presque identiques à celles des certifiés.

Il faut signaler qu'il existe aussi des concours internes pour les enseignants qui ont déjà exercé en tant que contractuels pendant un certain nombre d'années. Leurs conditions de préparation et de stage en cas de réussite au concours sont en général différentes. Nous ne considérerons pas ce cas.

### *Les études universitaires*

Pour la voie de recrutement ordinaire, les futurs enseignants font donc trois ans d'études universitaires dans des filières disciplinaires qui ne sont pas spécialement destinées à l'enseignement.

Ceux qui se destinent à l'enseignement du second degré ont en général une licence de mathématiques, c'est-à-dire une formation disciplinaire sans spécificité (ou presque) par rapport aux étudiants qui se destinent à la recherche ou à l'industrie. Ils ont suivi dans les deux premières années des enseignements de mathématiques, informatique et physique et dans la troisième année uniquement des mathématiques. Pour un étudiant qui choisit l'option mathématiques (cas général), par exemple à Paris 11, les enseignements de mathématiques, informatique et physique représentent respectivement 34%, 23% et 22% en première année et 46%, 19% et 19% en deuxième année. Ils peuvent en général néanmoins suivre des modules optionnels de sensibilisation aux métiers de l'enseignement qui peut comporter un stage d'observation dans une classe (50h en DEUG sur un total de 1175 à Paris 11, soit un peu plus de 4% du total). Beaucoup ont une maîtrise, donc une année de plus de formation en mathématiques ; ce niveau est nécessaire pour présenter l'agrégation.

En ce qui concerne le professorat des écoles, cependant, depuis quelques années se sont ouvertes quelques licences pluridisciplinaires qui sont plus adaptées à leur projet professionnel mais les trois quarts des professeurs débutants des écoles ont une licence de lettres ou sciences humaines. Des licences pluridisciplinaires existent aussi, mais plus rarement encore, pour les professeurs bivalents mathématiques et sciences.

Après ces trois années indifférenciées, les futurs enseignants suivent en général une année de préparation au concours qu'ils ont choisi puis, s'ils réussissent, une année de formation professionnelle.

*Le concours et les conditions de formation professionnelle diffèrent suivant les filières :*

- *Les professeurs des écoles* préparent en général le concours à l'IUFM et l'épreuve de mathématiques est un écrit de 3 heures comprenant trois parties : une partie purement mathématique sur 8 points, une analyse de production d'élèves sur 4 points, une analyse des approches didactiques et des démarches pédagogiques correspondantes sur 8 points. La préparation du concours comporte donc une première formation didactique (au moins comme outil implicite) et les étudiants font des stages de pratique accompagnée (2 ou 3 fois 2 semaines).

La deuxième année, ils alternent des périodes de formation à l'IUFM et des périodes de stages en responsabilité (3 fois 3 semaines actuellement) après en général de brèves périodes de reprise (ou prise) de contact avec la classe sous la tutelle d'un maître formateur. Il ne faut pas oublier qu'environ 20% des stagiaires n'ont pas fait de première année à l'IUFM. La polyvalence des professeurs des écoles est à mettre en relation avec cette alternance : quand ils sont en stage, ils effectuent un horaire complet et enseignent toutes les matières. Ils remplacent un enseignant qui bénéficie de formation continue pendant ce temps. Ils n'ont donc pas la responsabilité d'une classe sur l'année.

- *Les professeurs de lycée et collège (enseignement secondaire général)* suivent généralement au moins une année de préparation au concours. L'écrit du concours porte sur les connaissances mathématiques (programme des deux premières années d'université mais approfondi) ; l'oral laisse une première possibilité d'interrogation didactique sur le contenu, surtout dans l'une des épreuves : présentation d'exercices sur un thème imposé ; l'autre épreuve est un exposé sur un thème et met surtout en jeu l'organisation des mathématiques dans les programmes mais les thèmes d'exposé dépassent les programmes du lycée et l'étudiant se place au niveau de son choix. La plupart des préparations prévoient aussi un stage d'observation de classes de une à deux semaines, sous des formes diverses, mais ce n'est pas obligatoire et un certain nombre de lauréats au concours n'ont pas suivi la préparation ou ont suivi une préparation à l'agrégation entièrement disciplinaire sans stage.

La formation professionnelle réelle qui s'adresse à la fois aux certifiés et aux agrégés, se déroule donc en un an dans une situation d'urgence puisque les stagiaires se voient confier une classe en responsabilité dès le début de l'année ; au collège, ils font parfois aussi du soutien dans une autre classe (ils assurent 4 à 6 heures d'enseignement par semaine). Ils sont ainsi comptabilisés comme moyens d'enseignement dans les lycées et collèges et, même si on évite en général de leur donner des classes trop difficiles, ils se voient affecter une classe ordinaire (hors 1<sup>ère</sup> et terminale scientifique), souvent entre la cinquième (7<sup>ème</sup> grade) et la seconde (dixième grade). Ils suivent aussi des stages de pratique accompagnée (un dans un niveau complémentaire de celui de leur classe et un en secteur difficile) et des formations à l'IUFM pendant deux jours par semaine : une formation dans la discipline et une formation générale dispensée en groupes multidisciplinaires.

- *Les professeurs de lycée professionnel* sont bivalents. Le concours comporte une épreuve d'écrit et une épreuve d'oral dans chaque discipline : mathématiques et physique-chimie. Pour l'oral, l'une des épreuves est un exposé, l'autre une épreuve sur dossier (choix par tirage au sort). Même s'il existe quelques licences pluridisciplinaires dans certaines académies, beaucoup des candidats ont une formation soit en mathématiques, soit en physique-chimie. Les conditions de la formation professionnelle

sont proches de celles des professeurs de lycées généraux et collèges, hormis la bivalence à laquelle leur formation antérieure ne les a pas toujours préparés.

### ***b) Les orientations et les objectifs affirmés par le Ministère pour les professeurs de lycée et collège***

Une circulaire ministérielle du 29 mai 1997 adressée aux recteurs d'académie et aux directeurs d'IUFM fixe les "missions et compétences attendues en fin de formation initiale du professeur des lycées et collèges" dans le but de "proposer des références communes aux différents partenaires du dispositif de formation initiale" mais qui "ne saurait d'aucune façon s'interpréter comme constituant un référentiel des professeurs stagiaires". Il n'est pas exhaustif et les compétences mentionnées "ne peuvent être totalement acquises en fin de formation initiale et seront progressivement maîtrisées grâce à la pratique de l'enseignement et à la formation continue". L'introduction insiste sur l'autonomie du professeur dans le respect de quelques grands principes relatifs au respect de l'élève, de la communauté éducative, et à la volonté de continuer sa propre formation et de réfléchir sur ses pratiques professionnelles.

Le reste du texte s'articule autour de quelques grands titres :

- \* Exercer sa responsabilité au sein du système éducatif :
  - situer son action dans le cadre de la mission que la loi confère au service public d'éducation
  - contribuer au fonctionnement et à l'évolution du système éducatif
- \* Exercer sa responsabilité dans la classe
  - connaître sa discipline
  - savoir construire des situations d'enseignement et d'apprentissage
  - savoir conduire la classe
- \* Exercer sa responsabilité dans l'établissement.

C'est un texte très dense, impossible à résumer et qui donne des objectifs ambitieux à la formation des enseignants. Par exemple, la connaissance de la discipline suppose celle de son histoire, des enjeux épistémologiques, des problèmes didactiques et des débats qui la traversent. Elle suppose aussi d'avoir réfléchi à la dimension sociale et professionnelle de sa discipline et de pouvoir la situer par rapport à d'autres, de connaître l'articulation des différents niveaux d'enseignement de la discipline, d'être attentif à l'acquisition de la maîtrise du français à travers sa discipline et enfin de connaître les ressources documentaires pour pouvoir compléter sa formation.

La conclusion insiste sur le fait que "la pleine acquisition de compétences aussi complexes et diversifiées exige du temps et doit s'inscrire dans la durée, sur l'ensemble d'une carrière qui permettra l'affirmation progressive d'un style personnel dans l'exercice du métier. A cette fin, il est nécessaire que le professeur possède en fin de formation initiale l'aptitude à analyser sa pratique professionnelle et le contexte dans lequel il exerce." Il est d'ailleurs question actuellement en France que la formation professionnelle initiale se poursuive sur les premières années d'exercice sous une forme qui reste largement à déterminer.

### ***c) La mise en œuvre de la formation professionnelle des professeurs de lycée et collège***

De grandes variations existent entre les IUFM notamment dans les dispositifs visant l'articulation pratique-théorie-didactique mais il y a aussi **des régularités** dans la formation et dans les difficultés des stagiaires.

Une première régularité est liée au *cadre institutionnel de la formation* qui prévoit :

- un stage en responsabilité toute l'année (en général dans une classe) pendant lequel le stagiaire est suivi par un tuteur, professeur "chevronné" du même établissement ou d'un établissement voisin. Ce professeur peut être à plein temps dans l'établissement ou participer aux actions de formation à l'IUFM comme "formateur associé" et bénéficier pour cela d'une décharge partielle de service dans son établissement
- des stages de pratique accompagnée dans les classes de professeurs chevronnés d'autres établissements
- une formation à l'IUFM dans le domaine disciplinaire (y compris l'encadrement du mémoire professionnel)
- une formation dans le domaine transversal, en général dans des groupes qui mêlent des professeurs stagiaires de toutes disciplines, et parfois des professeurs des écoles pour certains thèmes.

Une autre régularité est liée à la *variété dans les statuts des formateurs* intervenant plus ou moins dans la formation :

- des professeurs de lycée ou collège exerçant à plein temps dans leur établissement,
- des formateurs associés, professeurs de lycée et collège exerçant partiellement dans leur établissement et détachés à l'IUFM pour une part (pouvant aller dans la plupart des cas de 1/4 à 3/4) de leur service,
- des formateurs exerçant à plein temps à l'IUFM et intervenant le plus souvent aussi dans la formation disciplinaire des professeurs des écoles,
- les uns à statut second degré (certifiés ou agrégés) avec un plein temps d'enseignement (sur la base de 12 heures par semaine),
- les autres enseignants chercheurs, à statut universitaire et disposant d'un mi-temps de recherche
- des universitaires des universités de l'académie, intervenant ponctuellement dans la formation pour des encadrements de mémoires professionnels ou des modules spécialisés.

L'organisation des dispositifs est bien sûr liée au statut des formateurs qui y interviennent.

**La diversité** tient dans *le rôle que jouent ces différents formateurs*, en particulier, pour la formation disciplinaire, la répartition des responsabilités entre les personnels à plein temps de l'IUFM qui sont en général mieux formés dans le domaine de la didactique de la discipline, y compris dans ses aspects théoriques, et les formateurs associés choisis en général pour leur expertise en tant que professeurs. Les contenus de la formation disciplinaire sont influencés par cette répartition.

**Les contenus abordés** dans la formation disciplinaire sont aussi très variés mais on trouve quelques thèmes récurrents : prise en mains de la classe (première séance juste avant de rencontrer les élèves), progressions sur certains thèmes mathématiques ou métamathématiques, notamment la démonstration en géométrie, l'évaluation, le traitement des erreurs, la prise en charge des élèves en difficulté, l'utilisation de ressources informatiques.

Concernant **les difficultés des stagiaires**, ce sont bien sûr celles concernant le travail dans la classe en responsabilité qui dominent : la définition d'une progression, surtout la gestion du temps (sur une séance et sur l'année) qui arrive en premier dans les difficultés mentionnées par les stagiaires, et la gestion de la classe, en particulier le maintien de la discipline et la gestion de l'hétérogénéité. Pour ces questions, l'aide la plus appréciée est

naturellement celle de la personne la plus proche, à savoir le tuteur du stage. Ensuite viennent les questions de choix de contenu et de répartition cours/exercices.

***d) Petit aperçu de la formation en primaire : quelques différences***

- La formation antérieure en mathématiques est très hétérogène. Les candidats au professorat des écoles ont tous un niveau bac + 3 mais certains n'ont pas fait de mathématiques depuis la classe de seconde et ont parfois rencontré des difficultés importantes en mathématiques dans leurs études secondaires. Depuis quelques années le pourcentage d'étudiants ayant un baccalauréat scientifique ou ayant comblé leurs lacunes en mathématiques a légèrement augmenté par la mise en place de tests à l'entrée à l'IUFM et par la création dans les universités de lettres et sciences humaines de licences pluridisciplinaires avec un module de mathématiques. Quelques licences pluridisciplinaires à dominante scientifique préparent des étudiants au professorat des écoles avec une bonne culture scientifique de base.

- La dimension professionnelle est davantage prise en compte dès l'année de préparation du concours dans la mesure où l'épreuve de mathématiques du concours intègre une analyse de production d'élèves et une analyse de documents pédagogiques. La formation en mathématiques et en didactique est intégrée et dispensée par des formateurs, pour la plupart à temps plein à l'IUFM, qui ont acquis une formation en didactique quand ils ne sont pas chercheurs eux-mêmes : une organisation nationale s'est mise en place depuis 30 ans ; elle organise des colloques annuels en direction des formateurs et produit des documents pour la formation des maîtres. Cela a permis de développer beaucoup d'ingénieries autour de la formation, notamment pour changer le rapport aux mathématiques des étudiants et articuler la formation mathématique et la formation didactique. Des stages de pratique accompagnée (de l'ordre de 4 à 6 semaines) sont intégrés dans la formation dès la première année.

- Les enseignants du primaire étant polyvalents, l'horaire consacré aux mathématiques est assez réduit : par exemple dans mon IUFM, 70 h en première année pour la préparation au concours (1/7 soit 14% du total hors stages), 45 h la deuxième année (moins de 12% du total hors stages). Les volumes utilisés sont tout à fait comparables à l'IUFM de Versailles. De petites variations peuvent exister d'une académie à l'autre mais l'ordre de grandeur reste le même.

***e) Les objectifs de formation professionnelle disciplinaire explicités par la commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques (dite commission Kahane)***

Le rapport de la commission propose des objectifs qui permettent d'opérationnaliser les objectifs ministériels dans la formation des professeurs de mathématiques. Il prend en compte certains résultats de recherches que nous allons évoquer dans la deuxième partie, et distingue des objectifs à court terme et des objectifs à plus long terme.

*Sur le court terme*, l'accent est mis sur la nécessité de faire passer les professeurs stagiaires du point de vue de l'apprentissage des mathématiques (leur position d'étudiant jusque là) à celui de leur enseignement (leur nouvelle position de professeur). Cela suppose deux aspects totalement nouveaux pour eux : d'une part la construction d'un cours complet dans une progression sur une année, la gestion des séances, en particulier du temps, d'autre part la conduite de classe et les rapports avec les élèves puisque ce sont ces derniers qui doivent apprendre. Pour le premier aspect, les stagiaires disposent de l'aide des manuels, des progressions établies dans les établissements où ils travaillent,

et cet aspect peut être abordé plus facilement de façon collective et plus théorique. Le second aspect est lié au premier mais il est plus difficile à aborder collectivement et c'est progressivement que les stagiaires prennent leurs propres repères en s'appuyant sur les conseils du tuteur et sur la confrontation avec les pratiques des autres dans des séances consacrées à l'analyse des pratiques. Il leur est en particulier souvent difficile de concilier l'avancée de leur projet d'enseignement et l'écoute des élèves, la prise en compte de leurs procédures effectives.

*Sur un moyen terme*, la commission identifie des objectifs davantage reliés aux apprentissages des élèves :

- apprendre à gérer les activités des élèves, en particulier pour introduire une nouvelle question, gérer le passage d'une phase de recherche individuelle ou en groupes à une phase collective, apprendre à donner des indications qui ne réduisent pas trop la tâche de l'élève en cas de blocage dans une phase de recherche
- concevoir des progressions ou des situations viables des points de vue épistémologique, institutionnel (conformité aux programmes et aux contraintes de fonctionnement) et didactique (cohérence des deux points de vue précédents avec les possibilités d'apprentissage des élèves et le découpage du temps)
- prise en compte des élèves et évaluation de l'enseignement : notamment distinguer l'activité réelle de l'élève de l'activité attendue par le professeur et dont il peut avoir l'illusion en oubliant ses propres apports
- intégration des innovations, par exemple en ce qui concerne l'usage des nouvelles technologies.

## **1.2. Les orientations générales des programmes de formation des enseignants au Québec**

La formation des enseignants au Québec a été une préoccupation dès le départ importante de certaines universités qui l'ont inscrit dans leur plan de développement, et ont élaboré des programmes de formation à plusieurs égards avant-gardistes pour l'époque<sup>2</sup>. Toutefois le modèle de formation repris dans plusieurs universités, avant 1990, en était davantage un associé à une formation disciplinaire (diplôme universitaire de 3 ans en mathématiques) suivie d'un certificat en éducation (comprenant des cours de psychopédagogie, des cours de didactique et des stages). La réforme de la formation à l'enseignement enclenchée dans les années 90 par le Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) marque un changement important<sup>3</sup>, puisqu'elle rompt avec cette

---

<sup>2</sup> C'est le cas de l'Université du Québec à Montréal qui a élaboré dès les années 1970 un programme de formation des enseignants au secondaire en mathématiques intégré (formation universitaire de 3 ans, comprenant des cours de mathématiques, informatique appliquée à l'enseignement des mathématiques, didactique des mathématiques, stages en enseignement des mathématiques). Ce programme s'est raffiné au fil du temps (voir Bednarz et al., 1995 ; Bednarz, 2001)

<sup>3</sup> C'est à cette époque que seront créés deux comités relevant du ministère, le CAPFE (comité d'agrément des programmes de formation des enseignants), comité qui approuve les différents programmes de formation des enseignants provenant des universités, et le COPFE (comité d'orientation de la formation du personnel enseignant), qui est appelé à donner des avis au ministre sur les questions liées à la formation des enseignants. Ce comité regroupe des intervenants provenant des universités, des milieux scolaires (cadres scolaires, directions d'école, enseignants), du ministère de l'éducation, des syndicats. Plusieurs avis ont été émis par le COPFE, notamment « Offrir une profession en héritage » (avis sur l'insertion professionnelle

tradition et définit désormais des filières universitaires spécifiques de formation à l'enseignement d'une durée de quatre ans. Nous reviendrons sur quelques unes des orientations qui viennent baliser les programmes de formation des enseignants en place dans les universités québécoises depuis 1994.

#### **a) *Une visée de professionnalisation de la formation à l'enseignement***

Depuis plus de dix ans, les réformes de l'éducation placent la professionnalisation au centre de leurs préoccupations, en insistant sur la nécessité d'une reconnaissance du caractère professionnel de l'acte d'enseigner (Gohier, Bednarz, Gaudreau, Pallascio, Parent, 1999 ; Perron, Lessard, Bélanger, 1993). Le document « la formation à l'enseignement : les orientations, les compétences professionnelles » (MEQ, 2001) situe clairement la formation à l'enseignement dans cette perspective. La professionnalisation exprime, d'une part, l'idée du développement, de la construction de compétences nécessaires à l'exercice d'une profession (MEQ, 2001, p 17). Mais elle renvoie aussi et surtout à un processus de développement professionnel conçu sur un continuum (les personnes formées ne sont pas au sortir de leur formation des enseignants « accomplis », elles continuent à acquérir au fil des ans de l'expérience et de la formation continue). Comme processus, la professionnalisation renvoie à plusieurs aspects qu'il nous faut prendre en compte et qui questionnent la formation:

- Elle implique la mobilisation de savoirs professionnels spécifiques (Quels sont ces savoirs professionnels spécifiques à l'exercice de la profession d'enseignant ?)
- Elle renvoie à l'idée d'un apprentissage continu, tenant compte de la complexité des situations d'enseignement et de la mouvance des contextes dans lesquels prend place la pratique (Comment installer dans les écoles cette culture de formation continue ?)
- Elle implique une forme de partage collectif de l'expertise professionnelle par un groupe d'enseignants. Dans le cadre de la réforme actuelle des programmes d'études mise en place dans les écoles au Québec du préscolaire à la fin de l'école secondaire (MEQ, 2001, 2003), le travail d'équipes d'enseignants apparaît un enjeu important (Comment favoriser la mise en place de telles communautés d'apprentissage ?)
- Elle suppose enfin une certaine explicitation du savoir d'expérience des enseignants (quels sont les savoirs, compétences professionnelles acquis par les enseignants, nous disposons de peu de données à ce sujet). Des recherches proches de la pratique, permettant d'explicitier ce savoir d'expérience, apparaissent donc essentielles, dont les résultats pourront éclairer les programmes de formation des enseignants (Ball, 1988, Desgagné, 1994, sous presse, Desgagné et al., 2001, Legendre et al., 2000)

#### **b) *Une formation universitaire de 4 ans, et une formation ancrée dans les lieux de pratique***

La formation des enseignants passe d'une formation universitaire de trois ans, telle qu'elle existait avant 1994 (correspondant au diplôme habituel de 1<sup>er</sup> cycle universitaire) à une formation de quatre ans. Le système de probation de 2 ans dans l'entrée dans la profession est supprimé. La formation de 4 ans sanctionnée par l'université aboutit à l'émission d'un permis d'enseigner.

---

des enseignants) ; « Pour une culture de formation continue » (recommandations sur la formation continue des enseignants)...

À la sortie de son programme de formation universitaire de 4 ans, l'enseignant sera engagé dans le milieu scolaire, après avoir satisfait au processus d'embauche de l'employeur, dans ce cas les commissions scolaires (sélection sur dossier, entrevue, le candidat doit de plus avoir satisfait à certaines conditions relatives au français, test passé par l'employeur).

*Une formation professionnelle, en contrepartie, pour sanctionner ce permis d'enseignement, fortement ancrée dans les lieux de pratique.* Ceci se traduira par une importance accrue accordée à la formation pratique, totalisant 700 heures de stages, répartis sur les quatre années de formation universitaire (un stage à chacune des années, avec une prise en charge graduelle de la tâche d'un enseignant<sup>4</sup>).

Cette orientation s'appuie sur les présupposés suivants :

- la formation doit se rapprocher du contexte réel de la pratique, et prendre davantage en considération le fonctionnement du praticien dans l'action, notamment par le biais de l'analyse réflexive. Les compétences doivent pouvoir s'exercer dans un contexte réel, celui de la classe.
- La formation doit se différencier d'un modèle qui consiste à faire suivre la formation pratique d'une formation théorique préalable (on n'est pas dans une relation d'application à la pratique). Il s'agit ici d'articuler dans un même temps, et dans une sorte d'alternance, formation pratique et théorique.

Cela suppose toutefois, et il s'agit là d'un enjeu important pour la formation, que les formateurs universitaires travaillent sur le terrain pour accompagner les stagiaires dans le développement de leurs compétences.

La formation pratique dépasse toutefois les stages, nous reviendrons sur cette question ultérieurement.

### *c) Une formation intégrée*

Former un enseignant n'est pas seulement soumettre un étudiant à un agrégat de différents cours sans liens entre eux (les différentes composantes, vues de façon concomitante, ne garantissent aucunement une intégration des savoirs). En ce sens, même si les différentes composantes de la formation sont présentes à chacune des années (formation en mathématiques, didactique, en psychopédagogie et stages), nous pouvons nous retrouver avec un programme de formation n'assumant nullement cette visée d'intégration. Une telle orientation suppose donc un travail de concertation entre les différents intervenants de cette formation, afin d'assurer :

- une meilleure articulation entre les différents cours; entre les cours à visée théorique et ceux de nature plus pratique, entre les cours et les stages
- une meilleure articulation entre les cours et les conditions réelles d'exercice de la profession dans lesquelles le futur maître aura à travailler.

---

<sup>4</sup> À titre d'exemple, à l'UQAM, dans la formation des enseignants de mathématiques au secondaire, le premier stage de 8 jours en est un d'observation générale (suivi d'un groupe d'élèves avec plusieurs enseignants, dans différentes disciplines, fonctionnement de l'école,...) ; dans le stage 2, l'étudiant est amené à prendre en charge, après observation des groupes et de l'enseignant, la moitié de la tâche d'un enseignant en mathématiques pendant 5 semaines ; dans le stage 3, l'étudiant est amené à prendre en charge la moitié de la tâche d'un enseignant de mathématiques (5 semaines) dans un milieu particulier (adultes, raccrocheurs, élèves faibles, douance ou classe d'accueil pour les immigrants,...), l'idée ici en étant une d'adaptation de l'intervention en enseignement des mathématiques à des groupes divers ; dans le stage 4, l'étudiant sera appelé à prendre en charge la tâche complète d'un enseignant pendant 9 semaines. Pendant les périodes de stages, l'étudiant n'a aucun cours à l'université. Les cours suivis à la session de stage sont intensifs, et prennent place avant le stage .

Or plusieurs études montrent que cette question de l'intégration ne va pas de soi. La fragmentation de la formation a en effet été maintes fois dénoncée. L'analyse plus précise des contenus des programmes montre une absence de cohérence conceptuelle et de cohésion<sup>5</sup> (Erikson, sous presse). On observe une fragmentation entre les composantes de la formation localisées à l'université et celles localisées dans les écoles, ainsi qu'une fragmentation aussi créée par le grand nombre de cours déconnectés.

Des critiques sont par ailleurs émises à l'égard du modèle dominant de formation, où la pratique reste assujettie à une formation théorique préalable, et continue de se situer dans un rapport d'application à celle-ci, inapproprié pour la formation d'un enseignant au regard du caractère incertain, imprévisible de la pratique, et de la complexité de cette pratique professionnelle.

La visée d'un programme professionnalisant suppose donc que les intervenants conçoivent leurs activités de formation d'une manière différente pour permettre une intégration des différentes composantes. Elle renvoie aussi à de nouvelles articulations entre des lieux traditionnels de formation

« Une formation professionnalisante tente de construire un « savoir enseigner », i.e. une culture professionnelle intégrant des savoirs, des schèmes d'action, des attitudes; elle prétend dépasser les clivages traditionnels entre formation académique,...didactique, pratique...: elle vise à surmonter les juxtapositions et les disjonctions traditionnelles dans la formation des enseignants, entre les différentes institutions..., leurs fonctions, les types d'intervenants, les modalités d'évaluation... Elle implique donc nécessairement des confrontations d'acteurs ayant des positions institutionnelles, des compétences et des préoccupations différentes: une formation professionnalisante tente donc de nouvelles articulations entre les lieux traditionnels de formation » (Lang, 1999, p 178)

#### ***d) Quel professionnel de l'enseignement des mathématiques veut-on former?***

Le concept de compétence professionnelle a été retenu par souci de cohérence avec la vise de professionnalisation de la formation.

« Une compétence professionnelle se déploie en contexte professionnel réel, se situe sur un continuum qui va du simple au complexe, se fonde sur un ensemble de ressources, s'inscrit dans l'ordre du savoir-mobiliser en contexte d'action professionnelle, se manifeste par un savoir-agir réussi, efficace, efficient, récurrent, elle est liée à une pratique intentionnelle et constitue un projet, une finalité sans fin » (MEQ, 2001, p 45)

La formation à l'enseignement dans une optique de professionnalisation s'appuie sur un référentiel de 12 compétences professionnelles communes à tous les programmes de formation des enseignants (qu'il s'agisse des enseignants du préscolaire primaire, du secondaire, des enseignants intervenant dans le secteur de l'adaptation scolaire ou sociale, auprès de l'éducation des adultes, ou en formation professionnelle...). Ce référentiel de compétences (cf liste ci-dessous) forme les balises qui guident les choix au regard des programmes mis en place, du suivi de la formation et de l'évaluation des stagiaires, ou encore de l'acceptation des programmes. Certaines de ces compétences touchent plus spécifiquement la formation mathématique (1 surtout) et didactique (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

---

<sup>5</sup> Les études auxquelles fait référence Erickson se situent au Canada anglais et aux États Unis. Nous verrons toutefois plus loin, à la lumière de l'étude de certains programmes de formation au Québec que cette question est toujours d'actualité.

Les compétences professionnelles (MEQ, 2001, p 59)

Fondements :

1. Agir en tant que professionnelle ou professionnel héritier, critique et interprète d'objets de savoirs ou de culture dans l'exercice de ses fonctions
2. Communiquer clairement et correctement dans la langue d'enseignement, à l'oral et à l'écrit, dans les divers contextes liés à la profession enseignante.

Acte d'enseigner

3. Concevoir des situations d'enseignement apprentissage pour les contenus à faire apprendre et ce, en fonction des élèves concernés et du développement des compétences visées dans le programme de formation.
4. Piloter des situations d'enseignement-apprentissage pour les contenus à faire apprendre, et ce, en fonction des élèves concernés et du développement des compétences visées dans le programme de formation.
5. Évaluer la progression des apprentissages et le degré d'acquisition des compétences des élèves pour les contenus à faire apprendre.
6. Planifier, organiser et superviser le mode de fonctionnement du groupe-classe en vue de favoriser l'apprentissage et la socialisation des élèves.

Contexte social et scolaire

7. Adapter ses interventions aux besoins et aux caractéristiques des élèves présentant des difficultés d'apprentissage, d'adaptation ou un handicap .
8. Intégrer les technologies de l'information et des communications aux fins de préparation et de pilotage d'activités d'enseignement-apprentissage, de gestion de l'enseignement et de développement professionnel.
9. Coopérer avec l'équipe école, les parents, les différents partenaires sociaux et les élèves en vue de l'atteinte des objectifs éducatifs de l'école.
10. Travailler de concert avec les membres de l'équipe pédagogique à la réalisation des tâches permettant le développement et l'évaluation des compétences visées dans le programme de formation et ce, en fonction des élèves concernés.

Identité professionnelle

11. S'engager dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel.
12. Agir de façon éthique et responsable dans l'exercice de ses fonctions.

**Différents profils de sortie** ont de plus été établis en fonction des domaines d'apprentissage (formation en enseignement préscolaire primaire, formation en enseignement des mathématiques au secondaire, en enseignement des arts, en enseignement de l'éducation physique et de la santé, en sciences et technologie, en univers social,.. ....). Les mathématiques constituent, tout comme la langue d'enseignement, un profil de sortie distinct, monodisciplinaire (contrairement aux autres profils d'enseignement au secondaire, souvent bidisciplinaires ou pluridisciplinaires).

Dans le cas de l'enseignement des mathématiques au secondaire, on retrouve une visée *d'adaptation ou de différenciation de l'enseignement* pour des élèves, des milieux ou des groupes ayant des besoins particuliers (doubleurs, élèves en difficultés, adultes, douance, raccrocheurs, classes d'accueil,...), une visée donc d'adaptation de l'intervention du futur enseignant à une réalité plurielle (MEQ, 2001, p 179).

### 1.3. Quelques exemples de la formation des enseignants au Québec

Nous reviendrons successivement sur la formation des enseignants au primaire, pour la partie qui concerne plus spécifiquement la formation à l'enseignement des mathématiques, puis sur la formation des enseignants en mathématiques au secondaire. L'intégration de la formation étant un défi important, nous l'avons vu précédemment, nous présenterons ensuite, dans chacun des cas, quelques exemples mis de l'avant pour illustrer des pistes d'intervention en ce sens.

#### *a) Comment la formation, dans le cas des enseignants au primaire, au delà des orientations, s'actualise t-elle ?*

Une analyse des programmes de formation pour 8 universités<sup>6</sup>, sur l'ensemble des cours obligatoires du programme (un cours correspond à 45 heures), fait ressortir le portrait global suivant :

- Une formation mathématique sur les quatre années de formation, qui demeure dans le cas des futurs enseignants du primaire, réduite: aucun cours (dans 3 universités), un cours ( dans 4 universités), deux cours (dans 1 université)
- Une formation en didactique des mathématiques qui demeure elle aussi très limitée: 2 cours (dans 3 universités), 3 cours (dans 3 universités) , 5 cours (dans 1 université)
- Une intervention des formateurs en didactique des mathématiques absente des stages (le futur enseignant au primaire étant un généraliste, les superviseurs de stage sont en général des généralistes)

On retrouve donc une formation à l'enseignement des mathématiques qui occupe globalement une place très limitée (allant de 5% à 12.5% de la formation, l'équivalent en temps d'une demi année), ce qui bien sûr n'est pas sans soulever pour nous d'importantes questions, si l'on considère notamment les préalables de ces étudiants souvent limités en mathématiques: le profil d'admission pour entrer dans ces programmes n'oblige pas à une formation préalable en mathématiques au delà du secondaire, et la plupart des étudiants et étudiantes ont fait un diplôme d'études collégiales (17-18 ans) en sciences humaines)

Comment l'articulation entre la formation mathématique, didactique et pratique peut-elle prendre forme à l'intérieur de ce réseau de contraintes. Comment est-il possible de construire des solutions réalistes, viables?

#### *b) Un exemple développé dans la formation des enseignants au préscolaire primaire à l'UQAM*

##### **Formation mathématique: quelle perspective?**

Ce cours «L'activité mathématique» est suivi en 1ère année de formation, première session, donc au moment où les étudiants entrent à l'université

Dans la conception du cours élaboré par l'équipe de formateurs (Pallascio, Lafortune, Kayler, Allaire, Dubé, 1996), la formation mathématique est orientée par la visée de formation d'un professionnel de l'enseignement :

- Ainsi chaque module du cours (arithmétique, géométrie, probabilités et

---

<sup>6</sup> Cette analyse porte sur les programmes de l'Université de Montréal, de l'Université de Sherbrooke, de l'Université du Québec à Montréal, des Universités du Québec à Trois Rivières, à Rimouski, à Chicoutimi, en Outaouais, de l'Université Laval à Québec. Nous n'avons pris en considération dans cette analyse que les cours obligatoires. Des cours optionnels sont offerts dans plusieurs universités en appoint.

statistiques) se vit à partir d'une certaine approche adoptée par les formateurs: résolution de problèmes, apprentissage coopératif, pédagogie du projet...

Il s'agit de les initier ainsi comme apprenants à une certaine culture mathématique de la classe, en leur faisant vivre l'enseignement des mathématiques autrement, et en faisant en sorte que s'amorce à l'intérieur même du cours de mathématiques un certain questionnement sur les approches possibles dans leur enseignement.

- Les contenus couverts et les approches retenues par les formateurs visent aussi à développer une vision plus large des mathématiques, en particulier des contenus du primaire qui y sont repris.

Par exemple en géométrie les étudiants travaillent en équipes à partir de propositions de thèmes, dans une pédagogie du projet: exploration des pavages, de la géométrie dans la vie quotidienne, exploration des solides..... En résolution de problèmes, ils sont appelés à travailler sur de véritables problèmes (par exemple : inventer des critères de divisibilité pour des groupements autres que dix..). Des aspects historiques sont insérés (autour du concept de nombre et de numération) faisant un lien avec les repères culturels dont parle le programme d'études du primaire (MEQ, 2001)

- Le travail des formateurs vise aussi à développer chez les étudiants et étudiantes leur confiance en eux, y compris dans des activités insécurisantes, déstabilisantes ou difficiles (cas par exemple du travail sur certains problèmes, ou du travail en géométrie non euclidienne...qui vise une certaine déstabilisation, pour permettre d'aborder les mathématiques autrement...)

- Les contenus couverts sont les thèmes en grande partie qui seront enseignés au primaire, à un niveau adapté à celui des apprenants qu'ils sont. On travaille par ailleurs ces contenus avec les mêmes visées (développement de certaines compétences) que celles du programme de formation de l'école québécoise (MEQ, 2001): développer chez les étudiants en formation leur compétence à résoudre des problèmes; à raisonner ...; à communiquer leur expérience mathématique de façon appropriée, oralement et par écrit (Un cahier de bord est par exemple utilisé en lien avec la partie résolution de problèmes, où les étudiants doivent écrire tout ce qui se passe dans leur tête quand ils résolvent le problème, expliciter leur démarche,...; ce souci de communication est aussi présent à l'oral dans le retour collectif sur les problèmes, où les différentes solutions sont présentées par les étudiants, explicitées, justifiées...)

Qu'est-ce que nous apprend cet exemple en lien avec notre question de départ, celle de l'intégration entre formation mathématique, didactique et pratique. Quelle formation mathématique dans une perspective de formation à l'enseignement

-La formation à l'activité mathématique est orientée par la visée de formation d'un professionnel (dans les approches mises en place et la culture mathématique qu'on cherche à faire vivre; dans les compétences qu'on cherche à développer)

-Les contenus mathématiques sont repensés à partir du projet de professionnalisation: les contenus sont les mêmes que ceux que futurs enseignants auront à enseigner, mais ils sont repensés à partir de critères de profondeur, d'étendue, on intègre des éléments relatifs à l'histoire..

- On fait en sorte que s'amorce ainsi à l'intérieur même du cours de mathématiques un certain questionnement..

Les formateurs doivent avoir en ce sens un cadre de référence qui les guide. Les contenus, les approches, les outils développés ne sont pas choisis au hasard.../ en arrière fond il y a des liens qui sont faits avec le programme d'études de l'école québécoise pour l'école primaire (sous l'angle notamment des compétences à développer, des repères culturels, de certaines approches,...), et une réflexion didactique (sur les

contenus abordés, guidant le choix des problèmes ou des situations retenues pour provoquer un questionnement)

### **Formation didactique et formation pratique: articulation entre les cours et les conditions réelles d'exercice de la profession dans lesquelles le futur enseignant aura à travailler?**

Les formateurs, dans le cas des programmes de formation au primaire, n'intervenant pas dans les stages, le problème de l'articulation avec les conditions réelles d'exercice de la profession se pose de façon cruciale : Comment les étudiants peuvent-ils être amenés à développer leurs compétences professionnelles dans les cours de didactique des mathématiques? Dans quels contextes en particulier peuvent-ils être placés pour développer ces compétences?

Différents contextes ont ici été retenus par les formateurs (Lajoie, Pallascio, 2001), à l'intérieur des deux cours de didactique du programme (didactique de l'arithmétique et didactique de la géométrie et de la mesure, suivis en 2<sup>ème</sup> année de formation)

- Un contexte « réel » d'intervention auprès d'élèves: par le biais de deux expérimentations d'entrevues auprès d'enfants dans des classes du préscolaire (entrevue sur le nombre à partir d'un protocole existant) et du début du primaire (entrevue sur la géométrie ou la mesure à partir d'un protocole à élaborer), et par le biais de l'élaboration et de l'expérimentation (à la fin du deuxième cours) d'un scénario d'enseignement autour de l'idée d'activité intégratrice<sup>7</sup> (auprès d'un groupe d'enfants)

Des ententes ont été établies avec des écoles de la région de Montréal à cette fin. Toute la classe d'étudiants se déplace pour les entrevues réalisées dans une classe du préscolaire ou du primaire en deux temps (1<sup>er</sup> temps : chaque équipe de 2 étudiants rencontre 1 enfant dans la classe, 1 interview, l'autre observe ; 2<sup>ème</sup> temps : chaque équipe rencontre 1 nouvel élève, on inverse les rôles)/ le formateur est présent, ce qui permet un retour sur place sur les entrevues réalisées, et les interventions.

- Un contexte « virtuel » d'intervention par le biais d'une communication (par courriel) avec des élèves du primaire (autour de la résolution de problèmes). Chaque étudiant est ici jumelé à un élève, à qui il propose un problème, il assume l'interaction avec celui-ci (retour sur la solution, questionnement, renvoyant à d'autres problèmes...). Au minimum, 4 échanges doivent avoir lieu, 1 échange par semaine.

-Un contexte « réaliste » d'intervention par le biais de simulations: jeux de rôles L'idée sous-jacente est alors la suivante: le jeu de rôle est articulé autour de la mise en scène de situations problématiques impliquant des personnages ayant un rôle donné (enseignant, élèves), situations-problèmes susceptibles d'être rencontrées dans une classe.

Douze jeux de rôles différents ont été conçus par les formateurs et sont expérimentés tout au long du premier cours (cours de didactique de l'arithmétique) : réactions à des questions posées par des enfants; interventions qui partent d'erreurs d'enfants, interventions s'articulant sur la résolution d'un problème, réaction à propos d'un algorithme et de réponses fournies par les enfants, réaction à propos d'une réponse à un calcul sur la calculatrice (4 ou 5 élèves ont des calculatrices différentes, et on a obtenu 2 ou 3 réponses différentes....)...Chaque jeu de rôle est structuré globalement ainsi:

---

<sup>7</sup> Une tâche intégratrice est une situation complexe, contextualisée, englobante et signifiante qui permet à l'élève de développer au moins une compétence disciplinaire, au moins une compétence transversale et un domaine d'expérience de vie (environnement, médias, citoyeneté,....)

- Les étudiants placés en équipe sont informés des principaux objectifs du jeu de rôle
- Une mise en situation est posée, laquelle présente une situation-problème qui implique généralement des élèves du primaire et un enseignant et qui appelle une solution
- Toutes les équipes se préparent au jeu de rôle, ne sachant pas à l'avance qui sera appelé à jouer le rôle devant la classe
- Le formateur choisit les équipes qui devront envoyer une personne pour jouer le rôle d'un enseignant, ou le rôle d'élèves (provenant de différentes équipes)
- Les étudiants choisis font le jeu de rôle (les autres étudiants observent)
- Un retour réflexif est organisé avec l'ensemble de la classe, à partir des observations.

Ce qui précède ouvre sur quelques pistes potentiellement riches pour la formation des enseignants au primaire, à l'intérieur d'un réseau de contraintes qui limite la place occupée globalement par la formation mathématique et didactique.

***c) Comment la formation des enseignants au secondaire, au delà des orientations, s'actualise-t-elle ?***

Une analyse des programmes de formation, dans le cas du baccalauréat en enseignement des mathématiques au secondaire, pour les 8 universités du Québec (pour la partie des cours obligatoires) nous donne le portrait global suivant :

- On constate l'importance plus grande qu'occupe, dans ce cas, sur les quatre années du programme, la formation en mathématiques et en didactique des mathématiques: de 35% de la formation (pour une des universités) à 57% de la formation (pour une université), autour de 45% pour l'ensemble des universités. Si l'on s'attarde maintenant à chacune des composantes plus spécifiquement, on retrouve
- Une formation mathématique variable d'une université à l'autre: 7 cours (1 université) à 15 cours (1 université), en général 12 cours.
- Une composante histoire des mathématiques très présente: 1 cours dans toutes les universités (sauf une)
- Une composante intégration des nouvelles technologies en lien avec l'enseignement des mathématiques plus ou moins forte: dans certains cas absente (2 universités), en général un cours, 4 cours (dans 1 université)
- Une formation en didactique des mathématiques très variable: allant de 2 cours (1 université) à 11 cours (1 université)
- Dans certains cas, un lien avec d'autres disciplines présent (à titre d'enrichissement)

L'articulation entre la formation mathématique, didactique et pratique demeure, à la lumière de cette analyse, un enjeu important (Bednarz, René de Cotret, 1996). On retrouve en effet

- Des modèles très variables (plus de l'ordre, tout au moins sur papier, de la juxtaposition de différents cours dans plusieurs cas).
- Dans certains cas des cours de mathématiques spécifiques destinés aux futurs enseignants apparaissent dans la description du programme (c'est le cas par exemple de l'UQAM, où la plupart des cours ont été conçus en ce sens, de l'Université Laval où des professeurs oeuvrant au département de mathématiques se sont engagés dans cette voie depuis plusieurs années, ou encore de l'Université de Montréal plus récemment pour un des cours du programme). Dans d'autres cas les cours de mathématiques ne sont nullement spécifiques, ils sont les mêmes que

ceux suivis par les étudiants de mathématiques.

- Enfin la présence dans les stages des formateurs en enseignement des mathématiques apparaît rare (pour ne pas dire exceptionnelle), ce qui n'est pas sans conséquences, posant le problème de l'articulation entre les cours et la formation pratique.

« La relative absence de formateurs universitaires à l'encadrement des stages pose problème et interroge notre capacité à implanter une formation professionnelle véritablement intégrée. En effet, comment travailler en milieu universitaire sur des savoir-faire didactiques si cela n'est pas en lien direct avec l'activité de formation en milieu scolaire? Comment concevoir une formation didactique si le didacticien n'est pas, à un moment du processus de formation, sur le terrain des classes et des écoles avec ses étudiants et étudiantes? Comment institutionnaliser une approche réflexive de l'enseignement si nous dissociions formation théorique- le domaine des universitaires- et formation pratique- le domaine des praticiens chevronnés? Comment faire avancer la « didactique pratique » si nous demeurons éloignés de la pratique, de ses contraintes et de ses contextes ? » (Lessard, 1996, p 10)

#### ***d) Un exemple développé dans la formation des enseignants au secondaire à l'UQAM***

Au fil des années, l'équipe de formateurs engagés dans la formation des enseignants (Bednarz, 2001-a,b ; Bednarz, Gattuso, 1999, Bednarz, Gattuso, Mary, 1995) a mis en place des conditions assurant une possible intégration :

-Une équipe intervenant dans les cours de mathématiques, de didactique des mathématiques, les cours d'informatique en lien avec l'enseignement des mathématiques, les stages (les trois stages en enseignement des mathématiques), ainsi que dans le séminaire synthèse en fin de formation, rendant possible une articulation entre les différentes composantes de la formation.

- Un modèle différent d'une simple juxtaposition (aboutissant à une vision morcelée de la formation): diverses compétences professionnelles sont au contraire reprises à travers plusieurs cours

-Une collaboration entre intervenants universitaires et praticiens du milieu scolaire mise en place à travers certaines activités du programme (dans le cours de didactique I, partie laboratoire; dans le cours didactique de l'intervention en mathématiques auprès de clientèles diversifiées jumelé au stage 3, dans les stages, et dans le séminaire synthèse)

*(voir tableau en annexe 2 pour le contenu plus précis du programme)*

#### **Articulation entre formation mathématique, didactique et pratique : comment ?**

-Un élément essentiel dans cette articulation apparaît être l'implication des formateurs universitaires dans la formation pratique (dans les trois stages en enseignement des mathématiques). Cette implication a permis au fil du temps l'utilisation d'un recueil d'observations diverses puisées dans les stages, réinvesties dans les cours (répertoire de productions d'élèves; évaluations d'élèves recueillies par les stagiaires, devoirs, scénarios de leçons..). L'accent est mis sur la situation d'apprentissage en contexte réel par le biais de ces productions. L'idée sous-jacente est ici de développer chez le futur enseignant des capacités d'analyse afin de pouvoir comprendre les productions des élèves, de pouvoir en tirer partie, de voir l'effet de certaines situations..

-On retrouve de plus une articulation entre les cours et les stages, certains cours étant jumelés directement aux stages (didactique I; didactique de l'intervention auprès de clientèles diversifiées; didactique II...)

*(voir graphique en annexe 3 situant globalement l'articulation de certains cours et des stages)*

L'accent, dans le cadre de ces différents cours, est mis sur la situation d'enseignement (dans un cycle planification reposant entre autres sur une analyse conceptuelle, des analyses préalables, expérimentation, analyse a posteriori, réajustement): dans le cours didactique des mathématiques I et laboratoire (intervenant en 1<sup>ère</sup> année), les étudiants ont à préparer 3 leçons consécutives, une d'entre elle devant être réalisée devant leurs pairs et un enseignant du milieu scolaire, puis critiquée et réajustée...ce cycle sera repris en contexte réel de classe du secondaire (durant le stage 2, en 2<sup>ème</sup> année). Les étudiants auront à élaborer un projet d'intervention dans le cours didactique d'intervention en mathématiques auprès de clientèles diversifiées, avec un souci d'adaptation de l'enseignement à des groupes différents (3<sup>ème</sup> année de formation), ce projet sera repris dans le stage 3. Enfin, la planification d'une séquence d'enseignement couvrant plusieurs semaines devra être élaborée dans le cadre du cours didactique II (4<sup>ème</sup> année de formation), une telle planification sera reprise dans le stage 4.

-Plusieurs activités misent sur le développement d'une analyse réflexive chez les stagiaires à l'égard de leur propre pratique d'enseignement (à l'intérieur du cours didactique I, lors du retour sur les leçons, à l'intérieur de chacun des stages où les étudiants ont à se filmer et à réaliser deux analyses réflexives sur leur pratique, qui seront ensuite confrontées aux observations du maître associé et du superviseur, puis réinvesties dans les rencontres post-stage). L'étudiant s'engage ainsi dans une démarche individuelle de développement professionnel dès le début de sa formation.

- On retrouve également un souci d'articulation avec la réalité de l'école, par le biais notamment d'une implication d'enseignants en exercice dans certaines activités du programme (didactique I, les stages, didactique de l'intervention auprès de clientèles diversifiées, séminaire synthèse)

Ainsi en didactique I, dans le laboratoire associé au cours, chaque étudiant est confronté à une lecture multiple des leçons présentées par lui et les autres étudiants au regard de différents registres (celle du formateur, qui fera valoir l'analyse didactique, celle du praticien faisant intervenir d'autres éléments, tels celui de la gestion de classe, de la réaction des élèves,... celle des autres étudiants du cours); cette confrontation à de multiples points de vue fournit l'occasion au futur enseignant de se construire au fil du temps un certain savoir enseigner

- Enfin, une ouverture à d'autres problématiques importantes pour le milieu scolaire se retrouve dans le séminaire synthèse de fin de formation (certains thèmes, au choix des étudiants, y sont abordés tels l'évaluation; la question des transitions institutionnelles en mathématiques; certains thèmes mathématiques qu'on souhaite approfondir...) donnant lieu à un colloque et à la production d'un article pour une revue professionnelle. Ce séminaire permet un bilan sur l'ensemble de la formation et contribue à un engagement dans un processus de développement professionnel individuel et collectif dès la fin de la formation.

## **II. A partir de résultats des recherches sur les pratiques des enseignants, des éléments qu'il semble important de prendre en compte dans la formation**

Les recherches françaises sur l'étude des pratiques des enseignants, de ses modes d'action en classe et de leur évolution se sont beaucoup développées au cours des dix dernières années à partir de diverses entrées. Elles se réfèrent à des cadres théoriques différents, principalement la théorie des situations didactiques, initiée par Guy Brousseau, la théorie anthropologique du didactique développée par Y. Chevallard, souvent en croisant les deux, et une double approche didactique et ergonomique des pratiques enseignantes essentiellement mise au point par A. Robert et J. Rogalski qui s'intéresse au travail de l'enseignant à la fois en tant que organisateur de l'apprentissage des élèves et en tant que métier du point de vue de l'enseignant lui-même. Mais on peut retrouver des préoccupations communes ou largement partagées dans les recherches, même si la formulation de la question peut faire référence à un cadre théorique plutôt qu'à un autre et les résultats des divers travaux sont cohérents. Remarquons qu'il n'y a en général pas dans ces travaux de recherche des effets réels sur les élèves. Evaluer les effets sur les élèves pose de gros problèmes méthodologiques à cause de la complexité des pratiques sur laquelle nous reviendrons. On ne peut pas isoler un trait de la pratique et évaluer son effet indépendamment des autres.

J'ai essayé de dégager quelques grandes questions qui ressortent de ces recherches :

*Déterminer des contraintes et des marges de manœuvre de l'enseignant*

*Rechercher des régularités et des variabilités dans la gestion de ces contraintes et de ces marges de manœuvre*

*Rechercher des caractéristiques de la position d'enseignant dans une institution didactique*

*Identifier les moyens utilisés par l'enseignant pour gérer son projet d'enseignement et la place laissée à l'élève dans la réalisation de ce projet*

*Comprendre comment se construisent les connaissances de l'enseignant*

Les méthodes utilisées varient elles aussi, en lien avec les questions. Certaines recherches se proposent de comprendre le fonctionnement d'un enseignant sur un contenu précis en prenant en compte différentes dimensions (par exemple Coulange, 2000 sur la résolution des systèmes linéaires en 3<sup>ème</sup>), voire le fonctionnement ordinaire sur une longue période (Ngono, 2003, enseignement en Zone d'Education Prioritaire en primaire). D'autres s'attachent plutôt à rechercher des régularités et des diversités à travers des comparaisons, parfois avec l'analyse d'une seule séance par thème et par professeurs sur deux thèmes contrastés et plusieurs professeurs (comme Hache en seconde -10<sup>ème</sup> grade- sur les fonctions et les vecteurs). D'autres croisent les deux aspects : analyse sur un contenu précis et une certaine durée avec plusieurs professeurs (par exemple, Hersant, Lenfant, Roditi). D'autres encore (Soury-Lavergne) utilisent un dispositif spécifique (téléenseignement par informatique) amenant l'enseignant à expliciter davantage ses interventions. Certaines recherches visent à l'articulation de plusieurs approches rattachées à des disciplines différentes (didactique comparée) ou à des cadres théoriques différents (approches co-disciplinaires qui articulent sur un même corpus des analyses rattachées à la didactique, la sociologie ou la psychanalyse).

Je ne décrirai pas ces recherches ni leurs résultats. J'essaierai plutôt d'en tirer des questions qu'elles permettent de poser pour la formation des maîtres.

J'ai distingué trois grandes catégories d'éléments à prendre en compte :

***a) des éléments assez généraux liés au métier de l'enseignant :***

Ces éléments ressortent surtout des travaux d'Aline Robert et de plusieurs chercheurs qui travaillent en relation plus ou moins étroite avec elle notamment des thèses qu'ils ont encadrées dans l'équipe DIDIREM (recherches sur les pratiques effectives et leur évolution en formation initiale ou continue, concernant aussi bien le premier degré que le second degré). Mais les autres recherches rencontrent aussi ces différents aspects.

#### *- Complexité des pratiques enseignantes*

Tout le monde reconnaît qu'il y a différentes composantes dans le métier d'enseignant et que la pratique d'un enseignant ne peut pas être entièrement décrite par la somme de ces composantes ; c'est ce qui fait sa complexité. Aline Robert distingue dans les pratiques des enseignants des composantes qui se réfèrent à ses actions mais aussi à différents domaines de justification des pratiques (composantes cognitive –gestion des contenus et des apprentissages-, médiative –gestion des interactions avec les élèves-, personnelle, sociale, institutionnelle). D'autres découpages se réfèrent davantage aux gestes de l'enseignant en classe, privilégiant les aspects du métier liés aux apprentissages des élèves, même s'ils sont en relation avec les autres.

J'ai distingué ici différents aspects liés aux différents temps de l'action de l'enseignant. Ce découpage permet, me semble-t-il, de mieux rendre compte de l'ensemble des questions abordées dans les recherches ; je l'ai croisé avec les composantes définies par A. Robert en soulignant celle qui intervient principalement, cela permet de faire apparaître la complémentarité des approches, par exemple la composante personnelle intervient partout :

- \* l'organisation du contenu, la préparation des cours : l'enseignant doit adapter à sa classe les programmes et les manuels, faire des choix dans la présentation, les exercices à donner, l'organisation du travail des élèves au jour le jour (composantes cognitive, personnelle et institutionnelle).

- \* la gestion de la classe en temps réel, en particulier de l'imprévu, sur le plan du contenu comme sur celui du travail des élèves et de leur comportement (composantes (cognitive), médiative, personnelle, sociale, institutionnelle)

- \* les corrections et diverses actions en différé sur le travail des élèves (composantes cognitive, (médiative), personnelle, institutionnelle)

- \* les diverses relations avec l'établissement, la famille etc. (composantes personnelle, sociale, institutionnelle)

Les formateurs de différentes origines traitent souvent un seul de ces aspects à la fois en agissant soit sur la composante cognitive soit sur la composante médiative. C'est particulièrement vrai dans le système français où on a souvent une juxtaposition d'interventions non coordonnées entre des formateurs de statuts différents. Dans quelle mesure les futurs enseignants ou enseignants en formation peuvent-ils recomposer une pratique complexe intégrant des interventions indépendantes sur un seul aspect du métier à la fois ? La composante personnelle, présente dans tous les aspects et qui contribue à la cohérence de l'ensemble est-elle concernée ?

#### *- Stabilité et cohérence des pratiques enseignantes :*

Ce point apparaît à travers des comparaisons entre enseignants ou pour un même enseignant sur des séquences différentes (Roditi sur l'enseignement des décimaux en 6<sup>ème</sup>, Hache sur fonctions et vecteurs en seconde, Hersant sur proportionnalité en 4<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>). Les recherches sur la formation initiale (A. Lenfant sur l'évolution du rapport à l'algèbre chez les professeurs stagiaires) semblent indiquer que cette cohérence s'installe très tôt et il me semble d'ailleurs heureux qu'il se dégage de la cohérence de la pratique d'un enseignant, mais la cohérence va de pair avec la stabilité, tout ceci étant

probablement lié à la complexité dont on vient de parler. Il semble qu'on peut en tirer deux conséquences pour la formation :

- d'une part une déstabilisation des pratiques existantes doit permettre une nouvelle rééquilibration assez rapidement, donc il est risqué d'avoir une déstabilisation trop brutale,
- d'autre part cette rééquilibration passe par une adaptation personnelle qui permet d'installer une nouvelle cohérence, donc en bougeant quelque chose, on bouge l'ensemble.

*- Existence de réponses collectives à un problème d'enseignement*

Par exemple, certaines régularités ont été repérées en ZEP, ou dans des classes faibles : négociation à la baisse des objectifs d'apprentissage, tendance à privilégier la logique de la réussite immédiate et la logique de la socialisation à celle des apprentissages (thèse de Ngono, 2003, école élémentaire, élèves de 8 à 12 ans, travail sur une longue période avec une équipe d'enseignantes dans le cadre d'un projet d'école).

Il faut donc aussi tenir compte dans la formation de cette cohérence à un niveau collectif, de l'insertion de l'enseignant dans un environnement institutionnel spécifique : chaque enseignant est engagé dans diverses organisations institutionnelles à différents niveaux de l'institution scolaire. Sa pratique a besoin d'être en cohérence aussi avec celles qui sont reconnues par ces diverses institutions.

***b) des éléments plus spécifiques de l'activité mathématique et de l'apprentissage des élèves***

*Relations recherche - enseignement - formation*

La diffusion non contrôlée de résultats de recherches dans l'enseignement peut amener des dérives. En France, les activités introductives ont pris une place importante dans les manuels et, en observant les classes, on peut constater la difficulté qu'ont parfois les enseignants à articuler l'activité des élèves et l'avancée du cours : soit l'activité n'est qu'un prétexte et le cours se déroule sans s'y rattacher vraiment, soit le cours disparaît derrière une suite de problèmes résolus collectivement et dont il est difficile de dégager une cohérence d'ensemble.

En formation, il ne faut pas laisser l'illusion à l'enseignant que les élèves vont réussir et apprendre tout seuls s'il leur donne le bon problème mais il ne faut pas non plus lui laisser croire que la réussite obtenue par n'importe quel moyen (par exemple en soufflant toujours la solution) va provoquer l'apprentissage pour tous les élèves. Les élèves peuvent ne rien faire et ne rien apprendre face à un bon problème, ils peuvent aussi apprendre malgré des conditions qui ne sont a priori pas favorables. Cependant, même s'il n'est pas facile de savoir quelles seraient les caractéristiques d'un enseignement efficace pour tous (peut-être que cela n'existe pas), toutes les conditions ne sont pas équivalentes.

*Analyse a priori pour organiser l'activité mathématique des élèves*

Une question essentielle est celle de l'activité mathématique que peuvent développer les élèves, avec les connaissances qu'ils ont, à partir des tâches qu'on leur propose, d'où l'importance de développer dans la formation des capacités d'analyse a priori des situations proposées aux élèves : problème, outils disponibles (matériels ou non, y compris instruments, logiciels etc.) et gestion prévue. Pour concevoir ces situations, qu'ils les fabriquent de toutes pièces ou plus vraisemblablement qu'ils les adaptent à partir de différentes ressources pédagogiques, les enseignants ont besoin d'identifier les tâches que les élèves ont réellement à réaliser, les connaissances dont ils disposent, les

moyens de contrôle qu'ils ont indépendamment de l'intervention du professeur. Il leur faut aussi prévoir les interventions qui seront éventuellement nécessaires pour aider les élèves, leur permettre de rencontrer la tâche prévue et les apprentissages visés, les empêcher de se fourvoyer dans une impasse (impasse pour l'apprentissage et non pour la réussite de la tâche imposée) ou de ne rien faire du tout, sans pour autant réaliser la tâche à leur place. Les observations de classes liées aux recherches montrent que les enseignants se contentent le plus souvent d'une analyse *a priori* très succincte qui se résume aux objectifs visés et que, pour le reste, ils font confiance à leur connaissance des élèves et à leur expérience.

#### *Le contrôle de l'avancée du cours et l'adaptation des séances à chaud*

L'analyse *a priori* est nécessaire pour la programmation de l'enseignement mais aussi pour la prise de décision à chaud. L'enseignant a besoin de contrôler l'avancée de son cours, le travail des élèves et l'évolution des connaissances des élèves. Il a besoin pour cela de faire des adaptations de ce qu'il a prévu d'une séance sur l'autre mais aussi au cours d'une séance. Il doit être capable de prendre connaissance rapidement de ce que font les élèves et de l'interpréter en référence à son projet, d'où à nouveau l'importance de l'analyse *a priori* comme inventaire des possibles (même si on n'envisage jamais tout). Ainsi, des travaux (par exemple, J.J. Maurice) ont montré que les enseignants confirmés prédisent mieux la réussite et l'échec des élèves que leurs procédures ou leurs erreurs. La maîtrise du contenu mathématique et de son organisation est nécessaire pour la disponibilité à l'observation des élèves mais elle ne suffit pas à elle seule. Les observations d'enseignants débutants montrent que ceux-ci ont tendance à maintenir leur projet quoi qu'il arrive et à éviter de voir ce que font les élèves.

#### *Les interactions professeur – élèves et l'avancée du cours*

Actuellement, la pratique du cours magistral a pratiquement disparu de l'enseignement secondaire et on y observe souvent ce qu'on peut appeler un cours-dialogué. Mais ce vocable recouvre des pratiques diverses qui pourraient avoir des effets différents du point de vue des connaissances et des pratiques mathématiques qu'ils permettent de développer chez les élèves. Ainsi, la thèse de M. Hersant et le travail que nous avons poursuivi ensuite (Perrin-Glorian et Hersant, 2003) montrent que la part de responsabilité laissée aux élèves dans l'utilisation et la formulation de connaissances peut différer beaucoup suivant le statut des connaissances en jeu. Elle varie aussi suivant que ce cours-dialogué s'appuie ou non sur une activité des élèves dans une situation qui met à la disposition de l'élève des moyens de contrôle indépendamment du professeur, même si ces moyens de contrôle (le milieu en théorie des situations) n'apportent pas toutes les rétroactions nécessaires : c'est ce que nous avons appelé une situation qui comporte des potentialités adidactiques en référence à la théorie des situations didactiques. Il faut regarder finement les pratiques pour les interpréter du point de vue de l'activité des élèves et de l'enseignant.

#### ***c) Différentes occasions et différentes manières d'apprendre pour l'enseignant :***

Des recherches portent aussi sur les connaissances des enseignants et leur évolution, en particulier au cours de sa pratique.

Au cours de son cursus de formation puis au cours de sa carrière, un enseignant a diverses occasions d'acquérir des connaissances utiles pour la pratique de son métier. On peut distinguer trois grandes périodes : celle des études, celle de la formation professionnelle initiale qui, en France, dure deux ans, et celle de l'exercice du métier.

Dans la première période, le futur enseignant va étudier principalement les mathématiques, mais il va aussi se construire certaines idées sur l'enseignement à partir de son expérience d'élève, qu'il ait ou non le projet de se destiner à l'enseignement.

La deuxième période est celle qui nous intéresse directement ici mais elle ne peut se considérer isolément des deux autres.

Au cours de l'exercice du métier, on peut penser que l'enseignant apprend à la fois à travers la pratique de son enseignement, dans des échanges avec des collègues ou par son information personnelle, par exemple dans des lectures, et aussi bien sûr dans des stages de formation continue qui sont en principe organisés pour cela.

Il existe encore peu de recherches en France sur l'apprentissage des enseignants au cours de leur pratique professionnelle (Margolinas, sur les professeurs de lycée et collèges, en cours) ou au cours de stages de formation continue (Vergnes, sur le premier degré). Il est vrai que ces questions posent de sérieux problèmes méthodologiques et déontologiques. Ces travaux montrent la difficulté aussi bien d'identifier des événements de la pratique ordinaire susceptibles de provoquer un changement dans les pratiques de l'enseignant que d'apprécier les évolutions provoquées par un stage.

*d) Des pistes, à la lumière de ces recherches sur les pratiques, pour la formation initiale dans un système du type du système français*

Je resterai ici sur un point de vue didactique et me limiterai à considérer l'action sur une partie consciente, explicitable sinon explicitée des pratiques, en relation avec l'apprentissage supposé des élèves. D'autres aspects seraient à considérer pour la formation des maîtres, aspects qui sortent du champ didactique mais qu'il conviendrait d'articuler de formateurs avec l'aspect didactique pour aider les stagiaires à construire une cohérence qui intègre les différents éléments de la formation. Se pose ainsi la question de la co-intervention et du travail des formateurs dans des équipes pluridisciplinaires.

Si l'on reprend les différents temps de la formation et les différents savoirs qu'on distingue en général, le savoir mathématique, le savoir didactique et le savoir pédagogique, davantage relié à la pratique :

- Au cours des études universitaires, la formation en mathématiques préalable vise surtout à accroître les connaissances des étudiants, elle ne permet pas d'approfondir et de maîtriser les savoirs que les professeurs auront à enseigner. Il faut donc donner aux étudiants, au cours de la formation initiale, l'occasion de revenir sur leurs connaissances anciennes et de les relier davantage aux programmes d'enseignement du secondaire. On peut aussi dès ce moment favoriser une réflexion sur leur propre rapport aux mathématiques. Il est nécessaire aussi d'envisager des sensibilisations au métier d'enseignant dès la formation disciplinaire pour que les étudiants futurs enseignants aient une autre expérience de la classe que leur vécu d'élève, dans une position autre que celle d'élève. Ces sensibilisations sont pour l'instant très limitées et laissées à la liberté de l'étudiant.

- L'année de préparation au CAPES permet en principe la réorganisation des connaissances mathématiques et leur mise en relation avec des objectifs d'apprentissage. On a ainsi une première transformation de ces connaissances et du rapport au savoir. Mais l'année de stage va demander une transformation plus radicale des connaissances et du rapport au savoir dans la pratique de classe pour passer de celui qui apprend à celui qui apprend aux autres. Il ne faut pas seulement savoir résoudre un problème mais acquérir une expertise et pouvoir envisager toutes les manières de le résoudre avec des

connaissances données, il faut penser la filiation des savoirs et leur organisation sur une année : certains choix en ferment d'autres. Cela demanderait une meilleure articulation de la formation purement mathématique et une formation didactique concernant l'analyse du contenu et les erreurs que l'on peut attendre des élèves. Se pose ainsi la question de l'organisation de la formation concernant les mathématiques elles-mêmes au cours de la formation initiale. Quels contenus aborder directement en année de préparation du concours ? Lesquels seront abordés comme approfondissement à partir des questions d'enseignement en lien avec le savoir didactique, par exemple pour mener des analyses a priori ? Evidemment la formation ne peut évoluer qu'en liaison assez étroite à la forme des épreuves du concours.

- L'année de stage est davantage centrée sur la formation professionnelle et doit permettre l'articulation entre la formation théorique qui met en jeu le savoir mathématique et le savoir didactique et la formation pratique dans les stages qui concerne davantage les savoirs pédagogique et didactique. Le savoir didactique est-il celui qui va permettre l'unité et l'interaction de ces trois savoirs ?

Si on pense à la complexité des pratiques enseignantes et à leur cohérence, il semble nécessaire de prévoir la possibilité de travailler simultanément sur plusieurs composantes du métier d'enseignant, notamment la composante cognitive qui a trait au rapport aux mathématiques et au choix des activités pour les élèves et la composante médiative qui a trait à la gestion de la classe. Une solution lourde et difficile à mettre en place dans les structures actuelles serait de préparer des situations, les mettre en œuvre et analyser la réalisation. On peut envisager une autre possibilité plus facile à réaliser : l'analyse a priori d'une situation et l'analyse d'une réalisation de cette même situation dans une classe par l'intermédiaire d'une vidéo.

Reste encore la question des contenus à aborder dans la formation concernant le savoir didactique et le savoir pédagogique : quels savoirs peut-on (doit-on) expliciter dès la formation initiale, lesquels expliciter en formation continue ? Faut-il se contenter de les utiliser comme outil implicite pour construire des grilles visant à interroger les relations entre le savoir qu'on veut enseigner, les connaissances des élèves et l'organisation et la gestion de la classe qu'on met en place ?

- Comment continuer la formation au long de la carrière en formation continue ? Le savoir didactique et le savoir pédagogique vont se construire en formation initiale et se développer pendant les années d'exercice. Le savoir mathématique lui-même doit continuer à s'enrichir. En formation initiale, il importe de construire les éléments nécessaires pour que ces savoirs puissent s'enrichir dans la pratique.

Mais, à tous les niveaux, il y a un enjeu crucial : celui de la formation des formateurs. Connaître et maîtriser les mathématiques à enseigner est nécessaire mais cela ne suffit pas. Connaître le métier est nécessaire certes, mais cela ne suffit pas. Il ne suffit pas que le formateur analyse les pratiques des stagiaires à partir de sa propre pratique. Pour les formateurs, il semble nécessaire d'avoir une connaissance plus explicite des savoirs didactiques pour organiser des situations de formation qui mettent en œuvre comme outil implicite les connaissances à construire chez les étudiants et les stagiaires. Ils doivent disposer d'un cadre théorique solide pour utiliser les outils de la didactique dans la formation plutôt que d'enseigner les résultats des recherches ce qui risque de donner une présentation normative et dogmatique. Cela pose la question de l'organisation du contact avec la recherche pour les formateurs qui ne sont pas eux-mêmes chercheurs.

Les recherches sur les pratiques des enseignants ont permis de mettre au point des outils théoriques d'analyse de ces pratiques. Certains permettent une analyse fine du travail ordinaire de l'enseignant en référence aux contraintes institutionnelles, notamment

relatives au contenu à enseigner, et aux contraintes liées à la gestion de la situation didactique en classe. Par exemple, le travail de L. Coulange (2000) articule finement la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998) et la théorie anthropologique (Chevallard, 1997, 1999) dans ce but. Pour utiliser les résultats de ces recherches dans la formation, il manque encore l'identification d'un ensemble suffisamment représentatif, stable et cohérent de gestes professionnels de l'enseignant, liant toutes les dimensions du métier. Des recherches dans ce sens existent, surtout pour le premier degré mais elles demandent à être développées.

### **III) Quelques éléments mis en évidence par les recherches sur la formation des enseignants**

#### ***a) Un premier angle d'approche: Les enseignants en formation et leurs représentations à l'égard de l'enseignement et de l'apprentissage.***

Plusieurs études relatives à la formation des enseignants montrent, de manière générale, que leurs représentations à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement semblent déjà bien établies quand les étudiants commencent leur programme de formation (Wideen, Mayer-Smith, Moon, 1998).

Ces représentations agissent comme un filtre à travers lequel les situations de formation sont interprétées (Weinstein, 1990), et apparaissent décisives dans la manière dont leurs futures pratiques professionnelles vont se développer (Kagan, 1992, Reynolds, 1992).

Cependant les forces et caractéristiques de ces représentations varient parmi les candidats à l'entrée, qui ne représentent donc pas un groupe indifférencié (Richardson, 94).

Plus spécifiquement en mathématiques, cette différenciation des représentations à l'égard des mathématiques, de leur enseignement et de l'apprentissage à l'entrée dans le programme de formation apparaît importante à considérer (Bednarz, Gattuso, Mary, 1996, 1999)

Une étude multicas menée auprès d'étudiants en formation, suivis sur toute leur formation, montre en effet au départ un profil d'entrée fort différent. Ceci est particulièrement apparent dans la façon dont ces futurs enseignants actualisent leurs idées quand ils doivent réagir à différentes situations en lien avec l'apprentissage et l'enseignement de contenus spécifiques (Bednarz, Gattuso, Mary, 1999).

Des entrevues réalisées en début de formation, autour de mise en situations relatives à différentes composantes de leur future profession, nous en disent long à ce sujet :

- Comment voient-ils les élèves? Comment les prennent-ils en compte dans leur pratique?

Les mises en situation proposées pour aller chercher cette information s'articulaient autour :

D'un retour sur un devoir en classe (en utilisant les réponses des élèves à un problème figurant dans ce devoir)

De l'utilisation des réponses données par les élèves en classe durant une leçon (en relation avec la résolution d'un problème, ou un contexte de généralisation..)

De l'intervention sur une erreur faite par plusieurs élèves

De la validation (plusieurs solutions sont données en classe, il faut récupérer ces solutions diverses pour les valider...)

-Comment approchent-ils a priori l'enseignement?

Les mises en situation proposées pour aller chercher cette information s'articulaient

autour de

De la conception d'une leçon ( sur la multiplication de fractions)

De leur réaction aux interventions en classe faites par des enseignants expérimentés (vidéos d'une même leçon, portant sur la moyenne, présentée par deux enseignants différents)

Des questions plus générales étaient aussi posées allant chercher les raisons pour lesquelles ils sont venus en enseignement, leurs motivations...les expériences qui se sont avérées décisives dans leur choix....

Les résultats repris ci-dessous à quelques unes des mises en situation mettent en évidence dès le départ un positionnement très différencié, certains telle Louise étant déjà engagée dans une réflexion didactique, avant toute formation, d'autres tel Vincent, à l'autre extrême, se plaçant davantage dans une position d'étudiant (centré sur sa propre solution).

Retour sur un devoir en classe (dans la première solution développée par les élèves, il y a une erreur)	<i>Vincent</i> Est centré sur sa propre solution au problème proposé; ne prend pas en considération les solutions des élèves	<i>Sylvie</i> Essaie de comprendre les solutions des élèves, met l'accent sur l'importance du langage utilisé (le langage devient dans son intervention un objet d'enseignement)	<i>Stéphane</i> N'est pas capable d'entrer dans les solutions des élèves mais essaie de les comprendre, et dit qu'il les utiliserait en classe..est ouvert à regarder l'erreur	<i>Louise</i> Analyse chaque solution voit des liens entre elles; reconnaît la valeur du raisonnement initial, même si il y a une erreur
Réaction à une erreur (ex $7/8 + 1/2 = 8/10$ )	Présente l'algorithme	Présente l'algorithme	Utilise un exemple et un contexte	Intervient sur l'ordre de grandeur de manière à ce que l'élève questionne sa réponse
Planification d'une leçon introduisant la multiplication de fractions	Présente l'algorithme avec des exemples, et ensuite des exercices d'application	Utilise un exemple et un dessin, pour introduire vite l'algorithme	Utilise un exemple et un contexte pour construire un sens (choix relatif à la probabilité)	Réfère à la signification de la fraction et à l'ordre de grandeur

Réflexion sur une intervention en classe (vidéo d'une leçon par 2 enseignants)/réactions	Se centre sur la gestion de classe de l'enseignant (ne laisse pas les élèves dire ce qu'ils sentent..)	Se centre sur les interactions avec les élèves vues comme quelque chose de positif, dit toutefois que l'enseignante ne donne pas assez de feedback	Se centre sur les interactions avec les élèves, son bon contrôle de la situation du point de vue de la gestion, son ouverture aux idées des élèves sur le plan du contenu	Se centre sur le questionnement du professeur, observe qu'elle pose beaucoup de questions, qu'elle encourage différentes solutions, qu'elle utilise les erreurs des élèves..
--	--	--	---	--

Ces recherches montrent la nécessité d'une prise en compte de ces représentations initiales des étudiants dans les dispositifs de formation, ces derniers devant s'articuler sur des questionnements didactiques au départ distincts.

***b) Un deuxième angle d'approche : les étudiants en formation et leur rapport au savoir mathématique***

D'autres travaux de recherche conduits auprès de futurs enseignants, en lien avec des savoirs spécifiques, pointent des moments critiques à prendre en compte (lieux de difficultés importantes de la part des élèves, et en ce sens points critiques de l'enseignement).

À titre d'exemple, certaines recherches effectuées au Québec mettent en évidence chez les futurs enseignants ont des lacunes par rapport à la preuve en mathématiques. Ces derniers en ont une conception souvent stéréotypée (Cyr, 2004), ils évaluent mal son rôle ou celui de différents arguments de validation. Dans un tout autre domaine, celui de l'algèbre (Schmidt, Bednarz, 2002, Schmidt, Bednarz, 1997, Schmidt, 1994) les difficultés que les futurs enseignants éprouvent eux-mêmes, à l'entrée dans le programme de formation, dans l'articulation entre les deux modes de traitement arithmétique et algébrique dans la résolution de problèmes ont été mises en évidence : difficultés à passer à un mode de raisonnement algébrique, ou difficulté de retour à un raisonnement arithmétique lorsque l'algèbre est bien installée. Les études de Schmidt (1994) pointent des résistances dans le passage aux raisonnements algébriques, liées au statut accordé au symbolisme par ces étudiants, à la nature même des deux types de raisonnements (se manifestant dans les difficultés pour le sujet algébrique à comprendre les raisonnements arithmétiques), au contrôle exercé dans la résolution de problèmes dans les deux cas, et au statut que ces étudiants accordent à l'arithmétique et à l'algèbre.

Ces résultats questionnent les habiletés éventuelles de ces futurs enseignants (au secondaire) à effectuer des tâches d'enseignement devant faciliter pour l'élève la transition à l'algèbre : voient-ils par exemple l'enjeu du processus de symbolisation ? Seront-ils en mesure de comprendre les raisonnements des élèves lorsqu'ils proposeront des problèmes ? de choisir des situations aptes à faire pressentir la pertinence de ce nouvel objet d'étude ? Ils questionnent par ailleurs chez les futurs enseignants du primaire la capacité de gérer, à l'intérieur de leur enseignement, des situations didactiques propices à susciter chez les élèves le développement de certains préalables nécessaires à l'apprentissage de l'algèbre.

Ces travaux, avec d'autres (Carlsen, 1988, Carpenter et al., 1988, Grossman, 1990, Hashweh, 1985...), mettent en évidence l'influence de la compréhension des contenus par les futurs enseignants et de leur rapport au savoir. Des moments critiques sont ici à considérer dans la formation : le passage d'une géométrie empirique à une géométrie déductive, le développement de la notion de preuve, la transition arithmétique-algèbre ,

la transition entre différentes composantes de l'algèbre (par exemple l'articulation entre la notion d'inconnue et de variable, entre généralisation, résolution de problèmes, et fonction, la place de la manipulation symbolique...).

Ils nous montrent qu'un travail doit être fait à cet égard dans la formation en lien avec certains processus (preuve, processus de symbolisation...), et certains savoirs spécifiques (arithmétique, algèbre, interface entre les deux domaines et implication pour l'enseignement, statistiques...)

### ***c) Un troisième angle d'approche : les interventions en formation des maîtres et la construction d'un certain savoir enseigné***

Les recherches conduites en formation des enseignants, de manière globale, montrent que les interventions à court terme ont peu d'effet sur les représentations des étudiants à l'égard des mathématiques, de leur apprentissage et de leur enseignement. Dans une intervention ponctuelle, les diverses composantes de la formation vont avoir tendance à interférer et à annuler l'une d'entre elles. L'enseignement des mathématiques au niveau universitaire, que suivent souvent ces étudiants, n'est pas ici sans avoir d'influence.

Les analyses réalisées dans un processus de formation à plus long terme (programmes de formation « plus robustes ») tendent à montrer que ces interventions sont effectives quand les formateurs forment une communauté d'apprentissage, i.e. font valoir et mettent en pratique un message consistant, cohérent (Erickson, sous presse).

Nos propres études, réalisées auprès de quelques étudiants en formation, sur une longue période de temps (étude longitudinale) (Bednarz et al. 1999, Gattuso, Bednarz, 2000) vont dans ce sens. Elles montrent que les représentations des étudiants peuvent évoluer durant leur formation vers une conception des mathématiques moins formelle, moins procédurale et un enseignement qui accorde une plus grande place à l'exploration à partir de matériel, aux représentations (schémas, graphiques, illustrations...), à des raisonnements différents et à la prise en compte des connaissances des élèves.

On assiste ici à une complexification des représentations de ces étudiants à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement des mathématiques. Ainsi dans cet exemple, tiré d'une étude multicas (Bednarz et al., 1999) (à propos d'une intervention sur une erreur faite par plusieurs élèves :  $7/8 + 1/2 = 8/10$ ), nous pouvons voir comment l'étudiante restructure au fil de la formation son intervention :

- Les ressources apparaissent au départ plutôt limitées, elles consistent essentiellement à faire en sorte que l'élève se rappelle du modèle qu'elle a préalablement enseigné (l'algorithme d'addition)
- Après avoir suivi 3 cours de didactique et le stage 2 en enseignement des mathématiques (2<sup>ème</sup> année de formation, 2<sup>ème</sup> session): elle commence dans son intervention par confronter l'élève (en l'amenant à réfléchir sur l'ordre de grandeur de la réponse : est-ce que la réponse fait sens ? le fait que ce soit plus petit qu'un entier), amenant l'élève à douter de la valeur de cette réponse. Elle essaie ensuite, après cette déstabilisation, de construire un sens à l'addition de fractions. Elle a dans ce cas recours à un contexte et au support d'une illustration. Ce travail mené avec l'élève est accompagné d'une verbalisation mettant en évidence la nécessité d'un fractionnement commun (du tout), la verbalisation du concept de fraction équivalente sous-jacent, et l'expression de la somme

Un certain cadre interprétatif est ainsi à l'œuvre, qui s'appuie sur une analyse conceptuelle implicitement présente dans ses verbalisations (analyse du concept de fraction, de l'addition, des raisonnements clés à développer)

Les mêmes ressources, nous le verrons pour le stage, seront mises à contribution dans

ses planifications de leçons, de séquences.

Dans cette étude, et dans une autre plus récente, centrée sur la formation en action (analyse des productions des étudiants à l'intérieur d'un cours de didactique de l'algèbre, en lien avec la résolution de problèmes, le regard qu'ils ont sur les productions d'élèves, la construction du symbolisme, la transition arithmétique-algèbre) on voit que ces étudiants ont développé un certain potentiel d'action (Bednarz, 2001-b). Une série d'interventions qui dérivent, mettent à contribution différentes ressources structurantes, au sens de Lave (1988), ont été intériorisées :

Une certaine analyse conceptuelle à l'œuvre implicitement (analyse du concept, raisonnements clés sous-jacents à la verbalisation, erreurs..)

Un recours au contexte, à des représentations, à des illustrations, à une verbalisation...

Ces ressources mobilisées dans la formation, ou en entrevues, lorsque les étudiants sont confrontés à certaines mise en situations, nous fournissent des indices d'éléments de la formation qui sont réinvestis par les futurs enseignants:

Analyse conceptuelle, contextualisation, verbalisation, représentations..sont des éléments qui sont présents tout au long de la formation et qui semblent jouer un rôle central dans l'élaboration d'un certain savoir enseigné.

Un certain questionnement didactique semble de plus les avoir conduit à regarder différemment l'apprentissage des mathématiques, à travers les productions des élèves, et à envisager d'autres façons d'intervenir

Ces données ne proviennent toutefois pas de situations de pratiques réelles. Que sait-on maintenant de la constitution de pratiques professionnelles, en contexte réel d'intervention ?

#### ***d) Un dernier angle d'approche : Constitution de pratiques professionnelles en contexte réel d'intervention en classe (pratiques en stage)***

Les recherches portant sur les pratiques de stagiaires en contexte réel d'intervention permettent d'éclairer différentes dimensions de la construction d'un savoir enseigner.

*-Une grande diversité des approches mises en place en classe avec les élèves.* Ces approches, par exemple, peuvent mettre l'accent sur l'explication de procédures de résolution et de mots précis de vocabulaire à utiliser; sur la construction de sens par les élèves partant d'une certaine contextualisation et l'institutionnalisation d'une règle en accord ou en rupture avec cette activité de l'élève. Un pattern d'explications logiques est aussi mis de l'avant avec des étapes et un enchaînement clair, à propos de procédures de résolution. Ou encore des explications orales émergent en situation de reformulation des propos des élèves, faisant intervenir leurs raisonnements et utilisant différents registres de langage (Proulx, 2003)

*-Au delà de cette diversité, des éléments qui influencent les approches mises en place en classe et leur évolution.* Des différentes études se dégagent par exemple les composantes suivantes :

- Une influence du groupe d'élèves (par exemple le stagiaire intervenant auprès d'élèves peu motivés et rencontrant de nombreux problèmes est conduit à s'interroger davantage et à développer un système interprétatif plus approfondi) (Lenfant, 2002)

- Une composante de gestion de classe importante (par exemple les étapes de validation semblent parfois servir bien plus la progression du groupe classe que la validation de l'objet mathématique) (Mary, 1999). Il faut, nous dirons certains stagiaires, que la classe tourne (Proulx, 2003)

-Une influence du type d'activités, du contenu abordé. Le positionnement vis à vis de l'avancement du cours, de son organisation, de l'activité mathématique qu'elle engage chez l'élève, ne sera pas le même dans une leçon portant sur l'introduction de règles de calcul sur des expressions algébriques ou dans une leçon portant sur l'introduction à l'algèbre dans un contexte de généralisation (Mary, 1999)

- Une influence des incidents critiques sur l'évolution des approches développées par le stagiaire au cours du stage (Lenfant, 2002)

-Une différence d'évolution du stagiaire en regard de la posture réflexive de celui-ci (difficultés pour certains de prendre un recul par rapport à leur pratique (Lenfant, 2002, Proulx, 2003)

- *Cohérence entre les intentions (rationalité sous-jacente du stagiaire) et ses pratiques de classe (Proulx, 2003).* Ce résultat rejoint d'autres recherches conduites sur le savoir d'expérience des enseignants (Desgagné, 1994, sous presse) qui montrent que tout praticien développe un savoir agir qui n'est pas arbitraire et qui laisse supposer que, de façon plus ou moins tacite, il agit en cohérence avec un programme intentionnel. Ses interventions se construisent à partir de balises, de principes, d'une théorie implicite. Desgagné (1994) a investigué ces liens de cohérence entre différentes théories de l'action, chez un même praticien, en vue d'explicitier sa théorie plus globale de la pratique professionnelle. À un niveau plus local, cette cohérence semble présente déjà chez les stagiaires. Autrement dit le savoir agir n'est pas arbitraire, le stagiaire agit, de manière implicite, en cohérence avec certaines intentions.

- *Importante diversité dans l'interprétation personnelle que se construit chacun des stagiaires de la formation développée à l'université (Proulx, 2003)*

Divers modes d'appropriation de la formation, à travers l'analyse des pratiques en classe et les entretiens d'explicitation réalisés a posteriori avec les stagiaires, sont mis en évidence. Ainsi chacun des stagiaires semble avoir tiré partie de la formation de façon différente.

- Une recherche de modèles d'enseignant en action (dans sa formation préalable comme élève; chez ses formateurs, dans les cours de mathématiques ou de didactique; chez les maîtres associés en stage..): le stagiaire dira avoir «analysé» ses enseignants. Un modèle d'enseignant en action est ici réapproprié.

- Une identité personnelle et professionnelle qu'on cherche à confirmer (balises, principes d'action qu'on cherche à expliciter à travers la formation, l'expérience de stage, la pratique du maître associé): le stagiaire se reconnaît dans certains principes, les explicite, les enrichit...

- Un rapport à l'expert important: le maître associé, les manuels, les formateurs sont des experts du domaine, une certaine expertise et expérience à respecter et écouter est ici recherchée (le stagiaire se place dans un certain rapport au savoir dans lequel l'argument d'autorité est central)

-Idée d'aller chercher des solutions ponctuelles (ressources) pouvant l'aider à mieux enseigner : manuels, documents (idées de problèmes à proposer aux élèves), « trucs » qu'il a reçus dans sa formation d'élèves (et qui ont bien marché pour lui), façons de faire venant de son maître associé (qu'il juge viables), outils, situations, activités (introduites à la formation). La formation est ici vue comme un potentiel de ressources.

-Un cadre conceptuel central. On est ici à la recherche d'une conceptualisation qui va guider : consultation des analyses conceptuelles, influence de la superviseuse de stage (didacticienne). La stagiaire se place dans une posture réflexive (se

questionne, entre dans la pratique à un niveau davantage conceptuel).  
Ce mode d'appropriation, différent d'un stagiaire à l'autre, forme un fil directeur, donnant sens aux expériences vécues, en mathématique, didactique et dans les stages.

### **Conclusion**

Quelques perspectives pour la formation des enseignants en mathématiques se dégagent de tout ce qui précède.

La formation des enseignants est nécessairement un processus qui s'inscrit dans le long terme. Il faut donc, dans le cas de la formation des maîtres en France où les interventions ne peuvent que se situer, compte tenu du cadre institutionnel dans laquelle elles se placent, dans un temps et un espace limité, trouver les moyens d'installer ce long terme. Dans ce cas, les préoccupations débouchent nécessairement sur la formation continue. Au Québec où nous avons affaire à des programmes de formation des enseignants en mathématiques plus « robustes », s'étalant sur 4 années, il nous semble nécessaire d'analyser de façon plus approfondie les dispositifs de formation mis de l'avant en lien avec la construction, sur le long terme, d'un certain savoir enseigner.

La plupart des études réalisées sur la formation ont mis l'accent sur les étudiants en formation. Il serait intéressant de croiser ces résultats avec d'autres études mettant l'accent sur les formateurs et les situations de formation, documentant le travail des formateurs, le cadre didactique sous-jacent à leur travail, leurs conceptions, leurs pratiques de formation... D'autres études devraient également s'attarder à explorer la formation mathématique donnée, en documentant là aussi le travail des formateurs, leurs conceptions de l'activité mathématique, la culture mathématique qu'ils étaient de mettre en place, les tensions éventuelles entre cette culture de classe et la visée de professionnalisation dans laquelle s'insère cette formation.

Pour que cette formation contribue au développement de compétences professionnelles chez l'enseignant, la nécessité d'une articulation, d'une cohérence d'ensemble chez les formateurs nous semble un enjeu important. La mise en place de programmes de formation sur le long terme ne règle en effet nullement les difficultés si ces programmes maintiennent une juxtaposition de différents cours, non coordonnés entre eux, et non coordonnés à la pratique et aux conditions réelles du métier. Les formateurs doivent donc former une véritable communauté d'apprentissage, avoir un message consistant, cohérent.

Dans cette formation, les stages (formation en contexte réel d'intervention) apparaissent un lieu critique de formation. Ils supposent une articulation entre différents intervenants (enseignant en formation, superviseur de stage universitaire, enseignant associé accueillant le stagiaire et l'accompagnant). Ils constituent des lieux de tensions entre les différentes cultures en jeu. La reconnaissance du rôle central des stages dans cette formation suppose donc :

- une implication nécessaire des formateurs universitaires dans les stages;
- la prise en compte de différents regards (didactique, gestion de classe, éléments du contexte institutionnel, contraintes...) à entrecroiser et coordonner (maître associé, superviseur universitaire, stagiaire) (Gervais, 1994) de manière à tenir compte de la complexité des situations d'enseignement.

La pratique apparaît ici comme un lieu de développement professionnel (en ce sens l'analyse réflexive du stagiaire sur sa pratique apparaît centrale).

Dans le retour sur le stage, une interaction entre les différents stagiaires peut apparaître une piste prometteuse à exploiter, installant une posture réflexive collective (croisement de regards venant de stagiaires qui enseignent à un même niveau, à des élèves ou groupes différents, à des niveaux différents). Il permet de travailler à partir de pratiques, d'enrichir celles-ci en jouant sur les multiples formes que peuvent prendre les situations

Pour terminer, je dirai que le défi majeur de la formation est d'arriver à faire émerger, à partir de cette réflexion sur la pratique, des questions chez les étudiants en formation, puis de travailler en prenant en compte les savoirs qui permettront d'outiller ce travail. Nous nous rapprochons ici des perspectives développées en formation continue dans le cadre par exemple de recherches collaboratives conduites avec des enseignants d'expérience (Bednarz et al., 2001, 98 ; Bednarz, 2000, 1998).

### **Bibliographie en lien avec les recherches sur les pratiques enseignantes et la formation des enseignants**

- Assude, T. (2003) *Etude du curriculum de mathématiques entre changements et résistances. Liens entre écologie et économie didactique*. Note de synthèse en vue de l'habilitation à diriger des recherches. Université de Provence.
- Ball, D. (1988). *Knowledge and Reasoning in Mathematical Pedagogy : Examining what Prospective Teachers bring to teacher education*. Thèse de doctorat. Michigan State University.
- Ben Salah, C. (2001) *Les connaissances mathématiques des nouveaux enseignants de mathématiques au collège à l'épreuve du feu : une étude de cas*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Bednarz, N., Desgagné, S., Diallo, P., Poirier, L. (2001). Approche collaborative de recherche: une illustration en didactique des mathématiques. Dans P. Jonnaert, S. Laurin (Dir.) *Les didactiques des disciplines, un débat contemporain*. (p 177-207). Presses de l'Université du Québec.
- Bednarz, N. (2001-a) Une didactique des mathématiques tenant compte de la pratique des enseignants. Dans P. Jonnaert, S. Laurin (Dir.) *Les didactiques des disciplines, un débat contemporain*. (p 57-79) . Presses de l'Université du Québec.
- Bednarz, N. (2001-b) Didactique des mathématiques et formation des enseignants. Le cas de l'Université du Québec à Montréal. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. Volume 1, numéro 1, 61-80.
- Bednarz, N., Poirier, L., Desgagné, S., Couture, C. (2001). Conception de séquences d'enseignement en mathématiques: une nécessaire prise en compte des praticiens. Dans A. Mercier, G. Lemoyne, A. Rouchier (Eds.) *Sur le génie didactique: usages et mésusages des théories de l'enseignement*. (p. 43-69). Bruxelles: Collection Perspectives en Éducation et Formation. Éditions de Boeck.
- Bednarz, N. (2000) Formation continue des enseignants en mathématiques: une nécessaire prise en compte du contexte. In P. Blouin, L. Gattuso (Dir.), *Didactique des Mathématiques et Formation des Enseignants*. (p. 63- 78). Montréal: Éditions Modulo.
- Bednarz, N., Gattuso, L., Mary, C. (1999) Evolution of Pre-service Mathematics Teachers' Representations during Training: a case study. In F. Hitt, M. Santos (Eds.) *Proceedings of the twenty first annual meeting. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (volume 2, pp 683-691). Centro de Investigacion y de Estudios Avanzados-IPN. Universidad Autonoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, Mexico.
- Bednarz, N. & Gattuso, L. (1999). Professional development for preservice mathematics teacher. In Y.M. Pothier (Ed.) *Proceedings of the 1998th annual meeting, groupe canadien d'étude en didactique des mathématiques*, Topic session 1, (pp 73-83). Vancouver.
- Bednarz, N. (1998). Evolution of classroom culture in mathematics, teacher education and reflection on action. In F. Seeger, J. Voigt, & U. Waschescio (Eds.), *The Culture of the Mathematics Classroom* (pp 50-75) . Cambridge: Cambridge University Press.
- Bednarz, N., Desgagné, S. & Lebuis, P. (1998). Évolution de la microculture de la classe, un changement de l'intérieur: l'exemple d'une recherche collaborative. In M. Hardy, Y. Bouchard et G. Fortier (dir.), *L'École et les changements sociaux* . (pp 573- 602). Montréal: Éditions Logiques.

- Bednarz N., René de Cotret S. (1996) Formation à l'enseignement des mathématiques au secondaire: nouvelles perspectives et défis, in Y.M. Pothier (Ed.) *Proceedings of the 1996th annual meeting, groupe canadien d'étude en didactique des mathématiques*, (pp 57- 68). Halifax.
- Bednarz, N., Gattuso, L., Mary, C. (1996). Changes in student teacher views of the mathematics teaching / learning process at the secondary school level. *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for the psychology of mathematics education (PME)*. (vol 2, pp 59- 66). Valencia, Spain.
- Bednarz, N., Gattuso, & L., Mary, C. (1995). Formation à l'intervention d'un futur enseignant en mathématiques au secondaire. *Bulletin de l'Association mathématique du Québec (AMQ)*, vol. XXXV(1), mars, 17-30.
- Blanchard-Laville, C. (Ed.) (1997a) *Variations autour une leçon de mathématiques à l'école élémentaire, l'écriture des grands nombres*. Paris : L'harmattan.
- Blanchard-Laville, C. (1997b) L'enseignant et la transmission dans l'espace psychique de la classe. In Margolinas et Perrin-Glorian (1997) *opus cité*.
- Blanchard-Laville, C. (Ed.) (2003) *Une séance de cours ordinaire. "Mélanie tiens passe au tableau"*. L'Harmattan, Paris.
- Bloch, I. (1999) L'articulation du travail mathématique du professeur et de l'élève dans l'enseignement de l'analyse en première scientifique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19/2, 135-193.
- Bolon, J. (1996) *Comment les enseignants tirent-ils parti des recherches faites en didactique des mathématiques ? Le cas de l'enseignement des décimaux à la charnière école-collège*, Thèse Université René Descartes- Paris V.
- Bronner, A. (1997) Les rapports d'enseignants de troisième et de seconde aux objets "nombre réel" et "racine carrée". In Margolinas, C. & Perrin-Glorian, M.J. (Eds) *opus cité*.
- Brousseau, G. (1996) L'enseignant dans la théorie des situations didactiques. In Noirfalise, R. & Perrin-Glorian, M.J. (Eds) *Actes de la VIIIème Ecole d'été de didactique des mathématiques à Saint-Sauves d'Auvergne*, (pp. 3-46) IREM de Clermont-Ferrand, consultable dans une version révisée sur le site
- Brousseau (1997) Intégration des savoirs de formation : la régulation didactique, *Actes du colloque COPIRELEM de Lyon*.
- Brousseau, G. et Centeno, J. (1991) La mémoire du système didactique *Recherches en didactique des mathématiques vol 11 n° 2.3*, 167-210.
- Brun, J., Conne, F., Floris, R., & Schubauer-Leoni, M.L. (Eds) (1998) *Méthodes d'étude du travail de l'enseignant, Actes des secondes journées didactiques de La Fouly*, Interactions Didactiques, Genève.
- Butlen, D., Peltier, M.L. & Pezard, M. (2002) Nommés(ées) en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : cohérence et contradictions, *Revue Française de pédagogie* n° 140, 41-52.
- Carlsen, W.S. (1988). *The effects of Science Teacher Subjectmatter knowledge on teacher questionaing and classroom discourse*. Thèse de doctorat. Stanford University.
- Carpenter, T., Fennema, E., Peterson, P., Carey, D. (1988) Teachers' pedagogical content knowledge of students' problem solving in elementary arithhmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19.
- Chevallard, Y. (1997) Familère et problématique, la figure du professeur. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17/3, 17- 54.
- Chevallard, Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19/2, 221-265.

- Comiti, C. & Grenier, D. (1995) Two examples of "split situation" in the mathematics classroom. *For the learning of Mathematics*, 15/2.
- Comiti, C. & Grenier, D. (1997) Régulations didactiques et changements de contrat. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17/3, 81-102.
- Coppé, S., Rolet, C., Tisseron, C. (2002). Etude de routines et régulations dans l'activité d'un professeur des écoles. In *Actes de la onzième école d'été de didactique des mathématiques*. Corps Août 2001. Coordonné par J. L. Dorier. M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot et R. Floris . Grenoble : La pensée Sauvage. pp 209 - 219.
- Coulanges, L. (2000) *Etude des pratiques du professeur du double point de vue écologique et économique. Cas des systèmes d'équations et de la mise en équations en classe de troisième*. Thèse, Université Joseph Fourier, Grenoble 1.
- Cyr, S. (2004). *Conceptions de la preuve des futurs enseignants*. Thèse de doctorat en Éducation. Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval. Québec.
- Desgagné (sous presse). *Pour un héritage de la profession enseignante, Présentation d'une typologie de récits exemplaires de pratique*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Desgagné, S. (1994). *À propos de la discipline de classe : analyse du savoir d'expérience d'enseignant-e-s expérimentés du secondaire en situation de parrainer des débutants*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval, Québec.
- Desgagné, S., Gervais, F., Larouche, H. (2001). L'utilisation du récit de pratique : son potentiel pour le développement professionnel des enseignants et aures éducateurs du monde scolaire, dans A. Beauchesne, S. Martineau, et M. Tardif (dir.), *La recherche en éducation et le développement de la pratique professionnelle en enseignement*, (p. 203-223). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- Desgagné, S., Bednarz, N., Couture, C., Poirier, L., Lebus, P. (2001) L'approche collaborative de recherche en éducation: un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27 (1), 33-64.
- Erickson , G. (sous presse). Creating a community of Inquiry in a Teacher Education Programme. Dans P.Jonnaert (Eds). *Socioconstructivisme et programmes d'études*. Presses de l'Université du Québec.
- Gattuso, L., Bednarz, N. (2000). Représentations des futurs enseignants du secondaire à l'égard des mathématiques, de leur enseignement et de leur apprentissage à l'entrée dans la formation., no 9, *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 25-60.
- Genestoux, F. (2000) *Fonctionnement didactique du milieu culturel et familial dans la régulation des apprentissages scolaires en mathématiques*. Thèse, Université Bordeaux 1, Talence.
- Gohier, C., Bednarz, N., Gaudreau, L., Pallascio, R., Parent, G. (1999). *L'enseignant un professionnel*. Presses de l'université du Québec.
- Gervais, F. (1994). *Méditation entre théorie et pratique en formation professionnelle à L'enseignement : représentation d'intervenants et d'intervenantes*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'éducation. Université Laval, Sainte-Foy.
- Grenier, D. (1998), Milieu et contrat dans l'étude de l'enseignant et des interactions didactiques, *Actes des deuxièmes journées de La Fouly, Interactions didactiques*, Genève.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher. Teacher knowledge and teacher education*. New York : Teachers college.
- Hache, C. (2001) L'univers mathématiques proposé par le professeur en classe. *Recherches en didactique des mathématiques*, 21/1.2, 81-98.

- Hache, C. & Robert, A. (1997) Un essai d'analyse des pratiques effectives en classe de seconde ou comment un enseignant fait "fréquenter" les mathématiques à ses élèves pendant la classes. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17/3, 103 - 150.
- Hashah, M. Z. (1985). *An exploratory study of teacher knowledge and teaching : the effects of science teachers' knowledge of subject matter and their conceptions of learning on their teaching*. Thèse de doctorat. Standford University.
- Hersant, M. (2001), *Interactions didactiques et pratiques d'enseignement, le cas de la proportionnalité au collège*. Thèse de doctorat, Université Paris 7 Denis Diderot.
- Josse, E. & Robert, A. (1993) Introduction de l'homothétie en seconde, analyse de deux discours de professeurs. *Recherches en didactique des mathématiques*, 13/1.2, 119-154.
- Kagan , D. M. (1992). Implications of research on teacher belief. *Educational Psychologist*, 27, 65-90
- Lajoie, C., Pallascio, R. (2001). Role-play by pre-service elementary teachers as a means to develop professional competencies in teaching mathematics. Dans Novotna, J. et Hejny, M. (dir.) *Proceedings, International Symposium Elementary Mathematics Teaching*, Charles Univ., Prague, 104-109.
- Lagrange, J.B., Artigue, M., Laborde, C. & Trouche, L. (2001) A metastudy on IC technologies in education. In Van den Heuvel, M. (Ed.) *Proceedings of the 25<sup>th</sup> International Conference for the Psychology of Mathematics Education*. Vol. 1 (pp. 111-122) Utrecht, The Netherlands : OW&OC.
- Lang, V. (1999). *La professionnalisation des enseignants*. Paris : Presses Universitaires de France
- Lave, J. (1988), *Cognition in practice : Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge : Cambridge University Press
- Legendre, M.F., Desgagné, S., Gervais, F., Hohl, J. (2000). La méthode des cas comme approche pédagogique en formation initiale : sur quoi fondons nous nos pratiques, dans D. Martin, C. Garant, C. St Jarre (dir.), *Recherche et pratiques de formation des maîtres : vers des pratiques réfléchies et argumentées*, (p 17-44). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- 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.
- Leutenegger (2000) Construction d'une "clinique" pour le didactique. Une étude des phénomènes temporels de l'enseignement, *Recherches en didactique des mathématiques*, 20/2, 209-250.
- Lessard, C. (1996). *Ruptures et continuités en formation des maîtres*, conférence prononcée au 5<sup>ème</sup> colloque de l'Association québécoise universitaire des formateurs de maîtres à l'université Laval, Québec.
- Margolinas, C (1992) Eléments pour l'analyse du rôle du maître : les phases de conclusion. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12/1, 113-158.
- Margolinas, C. (1993) La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations. In Margolinas (Ed.) *Les débats de didactique des mathématiques* (pp.89-102). Grenoble : La pensée sauvage.
- Margolinas, C. & Perrin-Glorian, M.J. (Editeurs invités) (1997) *Recherches en didactique des mathématiques*, 17/3, La pensée sauvage, Grenoble, (numéro entièrement consacré au thème de l'enseignant) et Editorial de ce numéro, 7-15.
- Mary, C. (1999). *Place et fonctions de la validation chez les futurs enseignants des mathématiques au secondaire*. Thèse de doctorat. Faculté des sciences de l'éducation. Université de Montréal.

- Masselot, P. (2000) *De la formation initiale en didactique des mathématiques (en centre I.U.F.M.) aux pratiques quotidiennes en mathématiques, en classe, des professeurs d'école (une étude de cas)*. Thèse, Université Paris 7.
- Matheron, Y. (2000) *Une étude didactique de la mémoire dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée. Quelques exemples*. Thèse, Université d'Aix Marseille I.
- Matheron, Y. et Salin, M.H. (2002) Les pratiques ostensives comme travail de construction d'une mémoire officielle de la classe dans l'action enseignante, *Revue Française de Pédagogie*, INRP, n°141, 57-66.
- Maurice, J.J. (1996) Problèmes multiplicatifs : l'expérience de l'enseignant, l'action effective de l'élève. *Recherches en didactique des mathématiques*, 16/3, 323-348.
- MEQ (2001). *La formation à l'enseignement : les orientations, les compétences professionnelles*. Gouvernement du Québec. Ministère de l'éducation.
- Mercier, A. (1995) La biographie didactique d'un élève et les contraintes temporelles de l'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques*, 15/1, 97-142.
- Mercier, A., Lemoyne, G. & Rouchier, A. (Eds) (2001) *Le génie didactique* (pp. 43-69). Bruxelles : De Boeck Université.
- Mercier, Schubauer-Leoni, Sensevy, (Eds) 2002 Vers une didactique comparée, *Revue Française de pédagogie* n° 141, INRP, Paris.
- Ngono, B. (2003) *Etude des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP, effets éventuels de ces pratiques sur les apprentissages*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Pallascio, R., Lafortune, L., Kayler, H., Allaire, R. et Dubé, C. (1996). Formation des maîtres au primaire: un nouveau cours de maths, dans Les mathématiques à la confluence des sciences et des techniques: *Actes du 39<sup>e</sup> congrès de l'AMQ*, p. 1-10. Ste-Foy: éd. Le Griffon d'argile.
- Paries, M. (2002) *Pratiques des enseignants de mathématiques : analyse des discours accompagnant la Résolution d'exercices au collège*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Perrin-Glorian, M.J. (1993) Questions didactiques soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes faibles, *Recherches en didactique des mathématiques*, 13/1.2, 5-118.
- Perrin Glorian, M.J. (1999) A study of teachers' practices : organisation of contents and of students' work. In Krainer K. & Goffree F. *On research in Mathematics Teacher Education. From a study of teaching practices to issues in teacher education*. Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik, Osnabrück.
- Perrin-Glorian, M.J. (1999), Problèmes d'articulation de cadres théoriques : l'exemple du concept de milieu, *Recherches en didactique des mathématiques vol 19 n°3*, 279 - 321.
- Perrin-Glorian, M.J. (2002) Chapitre 8 : Didactique des mathématiques, in Bressoux P. (éditeur) *Les stratégies de l'enseignant en situation d'interaction. Note de synthèse pour Cognitive. Programme Ecole et Sciences cognitive*, Université Pierre Mendès France Grenoble 2, remis au Ministère de la Recherche en février 2002, p. 203-239.
- Perrin-Glorian, M.J. et Hersant, M. (2003) Milieu et contrat didactique, outils pour l'analyse de séquences ordinaires. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23/2, 217-276.
- Perron, M., Lessard, C., Bélanger, P. (1993). La professionnalisation de l'enseignement et de la formation des enseignants : tout a-t-il été dit ? *Revue des sciences de l'éducation*, Vol XIX, no1, 5 -32.
- Portugais, J. (1995) *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*, Peter Lang, Bern,

- Proulx, J.. (2003). *Explications orales des futurs enseignants en mathématiques au secondaire*. Maîtrise en mathématiques, option didactique. Université du Québec à Montréal.
- Rauscher, J.C. (1993) *L'hétérogénéité des professeurs face à des élèves hétérogènes : le cas de l'enseignement de la géométrie au début du collège*, Thèse, IREM de Strasbourg.
- Reynolds, A. (1992). What is competent beginning teaching ? A review of the literature. *Review of Educational Research*, 62, 1-35.
- Richardson, V. (1994). *Conducting research on practice*. *Educational Researcher*, 23 (5), 5-10.
- Richardson, V. (1996). The role of attitude and beliefs in learning to teach. In J. Sikula, T. Buttery and E. Guyton (Eds.). *Handbook of research on teacher education* (pp 102-119). New York : Macmillan.
- Robert, A. (1999) Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe, *Didaskalia*, 15, 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*, 21/1-2, 7-56.
- Roditi, E. (2001) *L'enseignement de la multiplication des décimaux en sixième. Etude de pratiques ordinaires*. Thèse, Université Paris 7.
- Salin, M.H. (1999) Pratiques ostensives des enseignants. In Lemoyne, G. & Conne, F. (Eds) *Le cognitif en didactique des mathématiques* (pp. 327-352) Les Presses de l'Université de Montréal.
- Sayac, N. (2003) *Les pratiques des professeurs de mathématiques de lycée : une approche croisée des influences du sexe, de l'âge et du cursus*, Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Schubauer Leoni, M.L. (1999) Les pratiques de l'enseignant de mathématiques : modèles et dispositifs de recherche pour comprendre ces pratiques. In Bailleul (Ed.) Actes de l'école d'été d'Houlgate, tome 1, Rectorat de Caen.
- Schmidt, S., & Bednarz, N. (2002). Arithmetical and Algebraic Types of Reasoning used by preservice teachers in a problem-solving context. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, volume 2, numéro 1, 67-90.
- Schmidt, S., & Bednarz, N. (1997). Raisonnements arithmétiques et algébriques dans un contexte de résolution de problèmes: difficultés rencontrées par les futurs enseignants. *Educational studies in mathematics*. 32, 127- 155
- Schmidt, S. (1994). *Passage de l'arithmétique à l'algèbre et inversement de l'algèbre à l'arithmétique, chez les futurs enseignants dans un contexte de résolution de problèmes*. Doctorat en éducation. Université du Québec à Montréal..
- Sensevy, G. (1996) Le temps didactique et la durée de l'élève. Etude d'un cas au cours moyen : le journal des fractions. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.16/1, 7-46.
- Sensevy, G. (1998) *Institutions didactiques. Etude et économie à l'école élémentaire*. Paris : PUF.
- Sensevy, G., Mercier, A. & Schubauer-Leoni, M.L. (2000) Vers un modèle de l'action didactique du professeur. A propos de la course à 20. *Recherches en didactique des mathématiques*, 20/3, 263 - 304.
- Soury-Lavergne (2003) De l'étayage à l'effet Topaze, regard sur la négociation didactique dans la relation didactique, *Recherches en didactique des mathématiques*, 23/1, 9- 40.
- Vergnaud, G. (1994) Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. In Artigue, M., Gras, R., Laborde, C. & Tavinot, P. (Eds) *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à G. Brousseau et G. Vergnaud*. (pp. 177- 191). Grenoble : La Pensée Sauvage.

- Vergnes, D. (2001) Effets d'un stage de formation en géométrie. *Recherches en didactique des mathématiques*, 21/1.2, 99-121.
- Weinstein, C.S. (1990). Prospective elementary teachers' beliefs about teaching : implications for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 6(3), 279-290.
- Wideen, M., Mayer-Smith, J., Moon, B. (1998). A critical analysis of the research on learning to teach : making the case for an ecological perspective on inquiry. *Review of Educational Research*, 68(2), 130-178.

## ANNEXE 1 : Exemple de plan de formation pour les professeurs des écoles.

### Plan de formation des Professeurs des écoles à l'IUFM Nord-Pas-de-Calais 1<sup>ère</sup> année

<u>1/ Modules de formation disciplinaire et didactique</u> (y compris la préparation aux oraux)			
=Français* =Mathématiques* =EPS =LVE (hors option) =Options choisies pour le concours : A/ Sciences* (S.V.T - Phys./Technologie) Ou histoire*/géographie*/éducation civique* B/ LVE ou APL* ou Musique*	70h	9h d'ateliers de didactique inclus	25 ECTS
	70h		
	32h	+ 9h d'ateliers didactique	
	20h		
40h	+ 9h d'ateliers de didactique* et 12h par groupe préparation orale pour l'option sciences	5 ECTS	
<b>T1 290h ou 302h</b>			

<u>2/ Modules de formation transversale</u>		
= Connaissance de l'institution *	12h	15 ECTS
= Connaissance de l'école et des publics scolaires* Psychologie du développement et des apprentissages	24h	
	6h	
= Les fondements philosophiques de l'acte éducatif* : Valeurs de l'école Histoire des idées pédagogiques Epistémologie et travail conceptuel sur les contenus d'enseignement...	40h	
	30h (10h x 3)	
= T.I.C. : Documentation, informatique, audio-visuel : Mise à niveau de pré-requis non acquis si nécessaire	40h	
= Préparation à l'épreuve d'entretien pré-professionnel	40h	
<b>T2 152h</b>		

<u>3/ Modules et stages de pratiques associés à la formation disciplinaire</u> (outre les ateliers de didactique)		
= Ateliers associés à la préparation aux bilans des stages 12h/stage	36h	15 ECTS
= Stages d'observation et de pratique accompagnée - 2s. par cycle (24 x 2s.) x 3	144h	
<b>T3 180h</b>		

*TOTAL GENERAL : 631 ou 643 heures*

NB : Les modules marqués d'un \* pourront donner lieu à des cours magistraux et les ateliers de didactique à des dédoublements de section

**Plan de formation des Professeurs des écoles à l'IUFM Nord-Pas-de-Calais 2<sup>ème</sup>  
année**

<b>TRONC COMMUN DISCIPLINAIRE</b>		<b>ECTS (*)</b>
Français (dont le module d'approfondissement [1])	75 H	<b>10 crédits</b>
Mathématiques	45 H	
Education Physique et Sportive	30 H	
Langue Vivante	24 H	
<b>Formation Générale Professionnelle</b>		
Commune PE/PLC	24 H	<b>5 crédits</b>
Spécifique PE	45 H	
<b>STAGES</b>		
Pratique Accompagnée (massée ou filée)	2 sem.	<b>15 crédits</b>
Responsabilité (R3 x 3)	9 sem	
<b>Part OBLIGATOIRE ADAPTEE [2] OPTIONS COMPLEMENTAIRES au nombre de TROIS (différentes disciplines choisies au Concours)</b>		
Biologie / Sciences de la Vie et de la Terre	108 H	<b>5 crédits</b>
Physique / technologie		
Histoire - géographie		
Education artistique		
<b>COMPLEMENTS DE FORMATION</b>		
ADPP Analyse de Pratiques (dont livret de suivi) [1] Module d'Approfondissement en Français mise à niveau TIC, après bilan = 12 H, si nécessaire	30 H	<b>5 crédits</b>

[2] adaptation nécessaire pour les stagiaires ERASMUS

**Annexe 2- programme de formation des enseignants en mathématiques au  
secondaire à l'Université du Québec à Montréal (chaque cours de 3 crédits couvre  
45 heures de cours, et 30 heures de séance d'exercices ; le programme total couvre  
120 crédits)**

<b>1<sup>ère</sup> année</b> 1 <sup>ère</sup> session	3cr Did 1230 Introduction et initiation à l'intervention pédagogique	3 cr EDU 1810 Élèves handicapés ou en difficulté comportementale ou d'apprentissage au secondaire	3cr Mat 1030 Géométrie I	3cr Structures numériques	3cr Mat1812 progiciels dans l'enseignement des mathématiques I	1cr Plan de formation
2 <sup>ème</sup> session	6cr Mat 2024 Didactique des mathématiques I et laboratoire		3cr Mat 2005 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle	3cr Mat 2812 Applications pédagogiques de l'informatique dans l'enseignement des mathématiques	2cr Stage I DID 1202 L'école secondaire (8 jours)/ stage non disciplinaire	
<b>2<sup>ème</sup> année</b> 1 <sup>ère</sup> session	3cr Did 2230 Conduite pédagogique et organisation de la classe (intensif)	3cr Mat 2226 Raisonnement proportionnel et concepts associés (cours intensif)	3cr Mat 2028 Didactique de l'algèbre (cours intensif)		5cr Stage II ESM 2150 Initiation à la pratique de l'enseignement des mathématiques (25 jours)	
2 <sup>ème</sup> session	2cr DID 3230 Relations du groupe classe et citoyenneté scolaire	3cr Mat 3225 Didactique de la variable et des fonctions	3cr Mat 3035 Géométrie II	3cr FPE 3050 Organisation de l'éducation au Québec	3cr Mat 3812 Progiciels dans l'enseignement des mathématiques II	3cr FPE 2150 Fondements de l'éducation préscolaire, primaire et secondaire
<b>3<sup>ème</sup> année</b> 1 <sup>ère</sup> session	3cr EDU 3070 Adolescents en difficulté d'ordre comportement al au secondaire	3cr Mat 1085 Probabilités statistiques et	3cr Mat 3135 Didactique de la géométrie	3cr Mat 3005 Théorie des équations	3cr Mat 3200 Regards mathématiques et didactiques sur des thèmes abordés au secondaire	

2 <sup>ème</sup> session	3cr EDU 2063 Intégration scolaire et modèles d'intervention (cours intensif)	3cr EDU 6003 Problématiques interculturelles à l'école québécoise (cours intensif)	3cr Mat 4600 Didactique d'intervention en mathématiques auprès de clientèles diversifiées		5cr Stage III ESM 3150 Enseignement des mathématiques auprès de clientèles diversifiées (25 jours)	
4 <sup>ème</sup> année 1 <sup>ère</sup> session	3cr FPE 4520 Évaluation des apprentissages (cours intensif)	5cr Mat 3226 Didactique des mathématiques II et laboratoire (cours intensif)			8cr Stage IV ESM 4150 Stage d'enseignement des mathématiques (40 jours)	
2 <sup>ème</sup> année	3cr FPE 4250 Éducation, épistémologie et métacognition	3cr Mat 3106 Initiation à l'analyse	3cr Mat 4812 Explorations mathématiques à l'aide de l'informatique	3cr Mat 6221 Histoire des mathématiques	2cr ESM 6150 Séminaire de synthèse	

## Schéma de l'articulation de cours du programme aux stages

