

LA FORMATION EN DIDACTIQUE ET SES LIENS AVEC LES AUTRES MODULES DE LA
FORMATION : LE CAS DU MASTER « MATHÉMATIQUES ET ENSEIGNEMENT » A TOULOUSE

Marie-Hélène LÉCUREUX-TÊTU

Résumé – On présente ici quelques-uns des dispositifs mis en place dans le cadre du master *Mathématiques et enseignement* (ME) proposé par l'université Toulouse 3, en association avec l'IUFM Midi-Pyrénées. Nous nous centrerons plus particulièrement sur la formation en didactique, pour l'essentiel issue des recherches menées en théorie anthropologique du didactique (TAD), et sur les liens entre cette formation et la préparation aux épreuves d'admission du CAPES.

1. Présentation générale du master *Mathématiques et enseignement* à Toulouse

L'IUFM Midi-Pyrénées est une école interne de l'université Toulouse 2 Le Mirail (UT2), « arts lettres et langues, sciences humaines et sociales, sciences technologies santé, droit économie gestion », qui comporte un département de mathématiques et un département de sciences de l'éducation.

En mathématiques, avant la « mastérisation », l'IUFM avait la maîtrise des deux années de formation des PLC de mathématiques. En première année, l'enseignement y était dispensé majoritairement par des formateurs IUFM. Quelques enseignants chercheurs de l'université Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3), l'université toulousaine qui possède le plus gros département de mathématiques (environ 150 enseignants chercheurs et enseignants) intervenaient dans la formation pour la préparation au CAPES, pour un nombre d'heures assez faible. La préparation à l'agrégation dépendait de l'université Toulouse 3.

Lors de la mastérisation, un accord cadre a été signé entre l'académie de Toulouse, le PRES et les établissements d'enseignement supérieur. L'université Toulouse 3 a ainsi obtenu la responsabilité des masters donnant accès au recrutement des enseignants du second degré, en mathématiques, physique-chimie, sciences de la vie et de la terre, et EPS.

Nous nous intéressons au master donnant accès au recrutement des enseignants du second degré en mathématiques : le master ME (Mathématiques et enseignement). Ce master, monohabilité par UT3, est adossé à l'institut de mathématiques de Toulouse, UMR qui ne comporte pas de didactique. Ce master ME possède deux parcours, le parcours Agrégation et le parcours CAPES. Le parcours Agrégation ne comporte pas d'enseignement de didactique. Nous nous intéresserons ici au parcours CAPES.

Les maquettes de master, plus particulièrement de ce qui deviendra le « parcours CAPES » auquel nous nous intéresserons dans cette communication, ont été élaborées par une petite équipe constituée de personnels d'UT3 et de formateurs IUFM. La maquette a été faite pour assurer la préparation au CAPES tout en réservant une place non négligeable, mais un peu marginale, à des UE de didactique. Le master est pris en charge par une institution qui n'a pas de légitimité en termes de formation des professeurs (les mathématiciens qui interviennent dans le cadre du master n'ont pas les

compétences en matière de formation à l’enseignement qu’ont les formateurs IUFM et ne connaissent que très marginalement l’enseignement secondaire avec lequel ils n’ont généralement aucun rapport professionnel).

Dans la présentation que l’on peut trouver sur le site du master, ce qui est mis en avant est la préparation aux épreuves d’admissibilité, les « écrits », et aux épreuves d’admission, les « oraux », la préparation « professionnelle » ne donnant lieu qu’à une prise de contact (voir le site de ce master : <http://www.math.univ-toulouse.fr/m2me>) ; on y trouve une rubrique « objectifs généraux », dont voici un extrait :

Ces deux années de formation consistent en premier lieu en une préparation intensive aux écrits et aux oraux du CAPES/CAFEP de mathématiques. Elles permettent en second lieu une prise de contact progressive avec la réalité de l’exercice du professorat, sous forme de cours, de conférences et de stages. En troisième lieu, elles permettent de mieux percevoir le rôle des mathématiques dans la science et la société, à travers des projets et des conférences d’ouverture vers la recherche académique ou appliquée. Une réorientation vers d’autres parcours en mathématiques est possible au premier semestre.

Les conférences d’ouverture signalées dans la citation ci-dessus n’ont jusqu’à présent jamais eu lieu. Des UE autour de la notion de modélisation ainsi que des UE d’histoire des mathématiques font travailler le lien entre la science et la société.

Chaque semestre, une UE est consacrée « à la prise de contact progressive avec la réalité de l’exercice du professorat ». Ces quatre UE sont intitulées « didactique des mathématiques et stage » : DDMS1, DDMS2, DDMS3 et DDMS4. Tous les stages sont de type SOPA (stage d’observation et de pratique accompagnée).

La maquette est révélatrice du poids de la préparation du concours. Les diagrammes circulaires ci-dessous donnent la répartition des horaires sur les 600 h présentes par an. Ils ont été construits à partir des objectifs affichés de chaque UE. Les UE de modélisation et d’histoire des mathématiques dont la finalité est de faire travailler le lien entre la science et la société ont été rassemblées, de façon un peu simplificatrice, sous l’intitulé « culture ». Il est à noter que la préparation à l’oral du second semestre du M2 comporte la formation à l’épreuve « agir en fonctionnaire de façon éthique et responsable ».

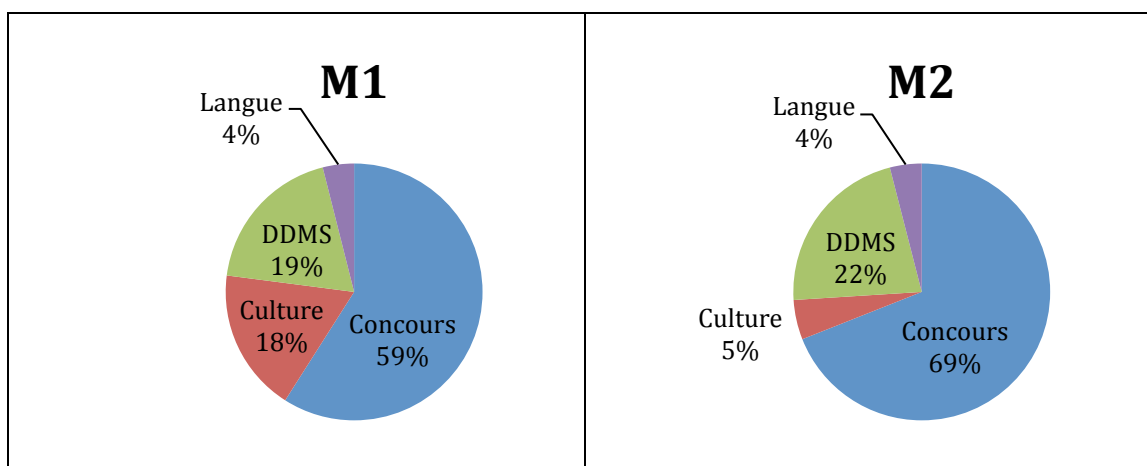


Figure 1 – Répartition des horaires sur les 600 présentes par an

En sus des 600 h en M1, les étudiants doivent réaliser un travail d'étude et de recherche qui porte sur les mathématiques.

En M2, il faut rajouter plusieurs journées d'oraux blancs et la formation au C2i2e aux 600 h prévues par la maquette.

2. Organisation générale de l'enseignement de didactique

À chaque semestre du master, l'enseignement de la didactique est une partie de l'UE intitulée « didactique des mathématiques et stage 1, 2, 3 ou 4 ». Nous donnons ici le cadre général de cet enseignement. Les cours magistraux DDMS1, DDMS3 et DDMS4 sont réalisés par une MCF didacticienne, DDMS2 par une formatrice PRAG.

DDMS 1 comprend des heures d'enseignement ainsi qu'un stage d'une semaine dans un établissement scolaire du second degré. La préparation et l'exploitation du stage sont assurées dans le cadre des enseignements, qui comportent une partie consacrée à la didactique des mathématiques (25 h) et une autre à la connaissance du système éducatif (15 h). Les heures de connaissance du système éducatif sont soit des conférences données par des acteurs du système éducatif (chef d'établissement, CPE, etc.), soit des TD. La formatrice chargée de ces TD est MCF en psychologie.

DDMS 2. Cette UE comprend des heures d'enseignement ainsi qu'un stage de deux semaines dans un établissement scolaire du second degré. Entièrement consacrée à la didactique des mathématiques, elle comporte 24 h de cours, 18 h de TD et 18 h de TP en salle informatique. Cet enseignement donne lieu à un mémoire professionnel.

DDMS 3. Les enseignements de cette UE sont pensés pour assurer à la fois la préparation aux épreuves d'admission et la préparation du stage du M2, d'une durée de quatre semaines, qui aura lieu au début du semestre suivant. Ils comportent une partie consacrée à la didactique des mathématiques (60 h décomposées en 24 h de cours, 24 h de TD et 12 h de TP) et une autre partie consacrée à la conduite de classe (12 h de TD, dédoublés, encadrés par deux MCF en psychologie).

DDMS 4. Pour ce dernier semestre du master, l'étude du système éducatif n'est plus conduite dans le cadre de l'UE « DDMS », mais dans celui de la préparation de l'épreuve sur dossier du CAPES. L'UE DDMS 4 ne comporte donc que de la didactique des mathématiques (incluant, comme les autres UE DDMS, l'étude des mathématiques à enseigner), en 60 h décomposées en 20 h de cours, 20 h de TD et 20 h de TP. Cet enseignement donne lieu à un travail d'étude et de recherche (TER) qui, actuellement, s'appuie fortement sur le stage.

3. Analyse de la partie « cours » des UE didactique des mathématiques et stage

Le cours est préparé sur traitement de texte, et projeté pendant la séance. Après avoir éventuellement été modifié en cours de séance en fonction des interventions des étudiants, il est ensuite mis en forme et déposé sur le bureau numérique de l'université de Toulouse (BUT) sous forme de fichier PDF. Les étudiants ont ainsi un support pour l'étude aussi complet que possible. Ce sont ces notes de séances qui ont servi à l'analyse du cours présentée par la suite : l'analyse repose sur ces traces écrites, (Cirade 2012 ; Lécureux-Têtu 2012) et non pas sur une observation de séances.

1. Dispositifs présents dans tous les semestres

Les séances de didactique commencent toujours par une information pour la promotion. Cette information, qui peut éventuellement concerner tout le master, contribue à créer une unité à la classe. En particulier, c'est à ce moment qu'il est expliqué aux étudiants l'organisation des stages, ce qui sera demandé dans le mémoire, etc. En début d'année, il est mis à disposition des étudiants des fichiers qui rassemblent les programmes des classes du primaire au cycle terminal dans les différentes sections, et les documents « Ressources pour la classe ».

La séance se poursuit par une « veille » sur les informations professionnelles, qui donne les informations utiles parues au *BO*, sur le site *Éduscol*, etc. Ces informations sont de tous ordres : aussi bien administratif, que concernant l'enseignement des mathématiques. On donne ainsi aux étudiants l'habitude de la consultation des sites officiels.

Lors de certaines séances a lieu un dispositif particulier : le « forum des questions ». Ce dispositif est inspiré de ce qui a été mis en place il y a maintenant une vingtaine d'années à l'IUFM d'Aix-Marseille. Un temps est pris pendant le cours pour que chaque étudiant rédige par écrit une question relative aux difficultés rencontrées dans la formation. La liste de ces questions, rendues anonymes, est disponible pour la promotion, devenant ainsi un problème posé devant la promotion. Un travail collectif pourra alors avoir lieu, à partir de ces problèmes, ce travail étant différé.

2. Analyse du cours de didactique de DDMS 1

Dans le cadre des UE DDMS, l'enjeu de l'étude est le « type de tâches suivant, qui est la raison d'être du professeur de mathématiques : mettre en place, dans une classe de collège ou de lycée, une certaine organisation de savoir "mathématique" » (Chevallard 2002, Organiser l'étude 1, p. 5).

Pour réaliser ce type de tâches, il faut savoir déterminer l'organisation de savoir mathématique à mettre en place. L'observation des classes pendant les stages ne suffit pas à l'acquisition de ce savoir : nous avons remarqué depuis longtemps que, sans formation préalable, les futurs professeurs devant observer une séance se focalisent sur la gestion de la classe. Nous l'avons observé aussi bien avec les anciens stagiaires PLC2 ou, depuis la réforme, avec les étudiants de master.

Aussi pour la formation de didactique en DDMS1, nous nous intéressons au type de tâches :

T₀ : « Observer et analyser une séance de mathématiques dans l'enseignement secondaire, plus particulièrement les mathématiques enjeu de l'étude et la structure de la séance. »

L'observation sera travaillée essentiellement au cours du stage d'une semaine, qui a lieu en novembre.

Pour étudier l'analyse d'une séance, on utilise au début du semestre une observation déjà réalisée, via la vidéo et le compte rendu d'une séance, comme par exemple celle d'une séance menée en classe de 4^e en 2004-2005 par une professeure stagiaire à l'époque (bien que le programme de la classe ait changé depuis, cette séance présente plusieurs avantages pour apprendre à analyser).

Dans cette séance, les élèves ont à construire le sommet C d'un triangle ABC , les sommets A, B et le centre de gravité G de ce triangle étant donnés.

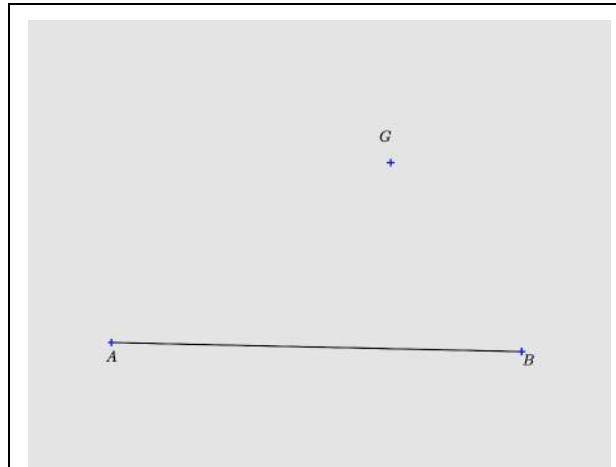


Figure 2 – Construire le sommet C d'un triangle ABC , les sommets A, B et le centre de gravité G de ce triangle sont donnés

Pour résoudre ce problème de construction, il émerge dans la classe le fait que le centre de gravité a une position bien précise sur les médianes.

Un premier avantage de cette séance est que l'analyse du savoir mathématique mis en place n'est pas trop complexe. En TAD, on peut modéliser cette organisation mathématique de la façon suivante (extrait des notes de séance) :

Le type de tâches T étudié peut s'énoncer ainsi : « D'un triangle ABC [quelconque], il ne reste que le côté $[AB]$ et le centre de gravité G ; construire le point C à la règle et au compas. »

La technique τ qui émerge dans la classe peut être décrite ainsi :

- 1) Construire le milieu C' de $[AB]$.
- 2) Tracer la demi-droite $[C'G)$.
- 3) Sur la demi-droite $[C'G)$ et à partir de G , reporter deux fois la distance $C'G$. Le deuxième point obtenu est le point C .

La technologie θ , soit le discours qui justifie que cette technique permet bien d'obtenir le résultat escompté, s'appuie sur plusieurs éléments technologiques (définition d'une médiane, propriété de concours des médianes, etc.), l'élément technologique clé, enjeu de l'étude durant la séance, étant énoncé ainsi : « Dans un triangle, le centre de gravité est situé aux deux tiers de chaque médiane en partant du sommet. »

L'organisation mathématique (OM) est composée du type de tâches, de la technique, de la technologie ainsi que de la théorie Θ . Un élément théorique ici est que, quel que soit l'endroit où l'on est, on réalisera la même figure. La notion de théorie est évoquée, mais ne sera pas travaillée ici. Une organisation mathématique complète est l'ensemble $[T / \tau / \theta / \Theta]$. On utilisera aussi la notion de praxéologie (extrait des notes de séance) :

Une telle organisation $[T / \tau / \theta / \Theta]$ est appelée, d'une manière générale, une **praxéologie** (ou organisation praxéologique), le mot de « praxéologie » décalquant la structure $[T / \tau / \theta / \Theta]$, puisqu'il est formé à partir du grec **praxis**, qui signifie « pratique », et qui renvoie au bloc pratico-technique $[T / \tau]$ et du grec **logos**, qui signifie « raison », « discours raisonné » et renvoie au bloc technico-théorique $[\theta / \Theta]$.

Le second avantage de la séance observée est qu'elle montre la réalisation d'une AER (activité d'étude et de recherche). Les étudiants voient ainsi la réalisation d'une séance en conformité avec ce qui est préconisé depuis un certain nombre d'années dans l'enseignement secondaire, et qu'on modélise en TAD par la notion d'organisation ternaire de l'étude : AER, synthèse, exercices et problèmes (quaternaire si l'on rajoute les travaux notés).

En TAD, ce qu'on appelle « activité d'étude et de recherche » (AER) est un dispositif visant à faire émerger l'OM dans son ensemble en permettant la réalisation des trois premiers moments de l'étude. Dans la séance observée, c'est ce qui se produit : après avoir compris ce qui était demandé (moment de première rencontre), essayé de faire la construction (moment exploratoire), la classe se rend compte qu'il serait bien commode de savoir où se place le centre de gravité sur une médiane ; la classe travaille alors sur des triangles pour conjecturer la position du centre de gravité (moment de création du bloc technologico-théorique, la propriété centrale étant justifiée expérimentalement) avant de revenir au moment exploratoire.

Les séances qui seront analysées au cours de ce semestre montreront des AER, ce qui permet de rencontrer plus facilement lors de l'analyse, l'OM enjeu de l'étude « au complet », et cela permet aussi aux étudiants de rencontrer la structuration ternaire de l'étude, comme le montre l'extrait suivant du document de cours :

Le schéma suivant symbolise le changement intervenu depuis plus d'une vingtaine d'années, au collège d'abord, puis, plus progressivement, au lycée (dans l'immédiat, nous laisserons de côté les questions relatives à l'évaluation) :



Figure 3 – Changement intervenu depuis plus d'une vingtaine d'années

Comme l'indiquent les flèches, le contenu du « cours » d'autrefois est reversé pour l'essentiel dans la *synthèse* – laquelle, on le verra, ne se limite pas pour autant à ce seul contenu. Semblablement, une partie de la catégorie traditionnelle des « exercices » trouve sa place dans les *activités d'étude et de recherche* (AER), le terme d'*exercices* reprenant ici son sens vrai : on ne saurait l'appliquer qu'à ce qui permet *de s'exercer*, et non, par conséquent, à une difficulté que l'on rencontre *pour la première fois*.

Le fait de choisir des séances avec des AER dignes de ce nom pour l'analyse permet de faire émerger un point important : le professeur doit enseigner une OM complète, l'enseignement ne doit pas se restreindre à une partie de l'OM, (Chevallard 2009). Ce point est toujours difficile, les étudiants ont toujours tendance à ne dégager que la technologie et à passer sous silence les blocs pratico-techniques.

Durant ce semestre, les étudiants auront appris à analyser la structure d'une séance en repérant les grandes phases de cette séance, et en se demandant : est-ce une AER ? Une synthèse ? Une résolution d'exercices ou de problèmes ? Dans ces phases ils auront appris à déterminer les types de tâches, les techniques et technologies des organisations mathématiques enjeux de l'étude. On travaille essentiellement sur les organisations mathématiques ponctuelles (OMP), ce qui correspond à des sujets d'étude.

Ce premier enseignement de la didactique est accompagné d'un travail sur des sujets du concours. Il a été repris un extrait de la première épreuve d'admissibilité du CAPES 2010, proche du problème de construction de la première séance étudiée. Ce travail a surtout eu pour but de faire travailler les mathématiques « pour le professeur », plus que les « outils » de la didactique. En particulier, il est apparu des faiblesses sur le raisonnement par analyse-synthèse, auxquelles on a essayé de remédier. Un autre travail mathématico-didactique a été fait sur les rationnels et les racines carrées en 3^e.

Le travail d'analyse de séance s'est poursuivi en analysant une autre séance, contenant une AER : on considère un parallélogramme $ABCD$, le point C est en dehors de la feuille ; il faut tracer la diagonale (AC) .

Dans la seconde partie du semestre, les étudiants se sont exercés à dégager des OMP sur des exercices proposés par le jury dans l'épreuve sur dossier du CAPES. Cette année, ce travail a été fait plus particulièrement sur un exercice sur les nombres complexes. Les faiblesses en mathématiques des étudiants ont rendu difficile le travail d'analyse des OMP : pour pouvoir analyser un problème, il faut commencer par le résoudre, et ce n'est pas facile pour tous les étudiants.

3. Analyse du cours de didactique de DDMS 2

Deux organisations du savoir didactique ont été présentes dans le cours de DDMS2, l'une autour de l'analyse, l'autre autour de la conception. Nous allons les présenter successivement.

Dans un premier temps, l'analyse est approfondie en passant de l'analyse structurelle à l'analyse fonctionnelle ; pour cela on utilise le modèle des moments de l'étude, que nous rappelons brièvement ci-dessous.

En TAD, on modélise le déroulement de l'étude par six moments (qui ne se présentent pas forcément dans cet ordre en classe). L'extrait de cours de DDMS2 propose la synthèse suivante :

- Lorsque la classe va rencontrer le type de tâches à étudier, il y a eu un moment de première rencontre avec le type de tâches T .
- Lorsqu'il s'agit de faire émerger une technique, on a un épisode de ce qu'on appelle le moment exploratoire ; cela reste vrai même si la technique ne fonctionne pas.
- Lorsqu'il s'agit de dégager un élément technologique, c'est-à-dire un élément de ce qu'on appelle l'environnement technologico-théorique, on dit qu'il s'agit là d'un épisode relevant du moment technologico-théorique.
- Lorsqu'on met en forme les composantes de l'organisation mathématique, on a un épisode de ce qu'on appelle le moment d'institutionnalisation.
[...]
- Le moment de travail où l'on s'exerce.
- Le moment d'évaluation où l'on évalue en particulier la technique et la maîtrise que l'on a de cette technique.

Pour commencer cette analyse fonctionnelle, on s'est appuyé sur le compte rendu de séance proposé à l'analyse (des OM et structurelle) lors de l'examen terminal du semestre précédent. Après la correction de l'analyse de l'OM étudiée, et de l'analyse structurelle de la séance, les questions suivantes sont posées :

À partir des organisations mathématiques précisées pendant le temps de correction, on se pose les questions suivantes :

- 1) Quels sont les éléments T_i , τ_i , θ_i des organisations mathématiques qui sont le plus travaillés dans la séance ?
- 2) Comment se fait ce travail ?

Lorsqu'on veut analyser les moments de l'étude réalisés, une technique consiste à se poser ces questions, les réponses permettant de déterminer les moments de l'étude. Cela implique d'avoir fait l'analyse des organisations mathématiques correctement au préalable.

Dans l'avancée du cours de DDMS2 les moments de l'étude ont été rencontrés progressivement. Au départ, la séance étudiée comporte principalement un moment technologico-théorique, qui a été présenté de façon isolée. Ensuite, on analyse la séance déjà rencontrée en DDMS1, présentant une AER (propriété du parallélogramme), ce qui permet de découvrir les premiers moments de l'étude.

Parallèlement, on a poursuivi le travail d'analyse d'OMP en analysant des énoncés extraits du document « Ressource pour la classe de première générale et technologique, statistiques et probabilités » sur les probabilités en première. Le choix de ce document est motivé par deux raisons : les mathématiques à enseigner, mais aussi le fait que dans ce document on voit apparaître un moment d'évaluation de la technique, ce qu'on observe assez rarement.

La synthèse sur les moments de l'étude sera faite au milieu du semestre. On poursuivra en analysant les moments de l'étude dans la première séance étudiée en DDMS1. On travaille aussi les différents types d'évaluation.

Il est à noter que pour réaliser l'analyse sur les séances comportant une AER, on a vu apparaître la notion de milieu didactique. En effet la justification des technologies s'est faite dans ces séances à partir d'une organisation mathématique ponctuelle, qui n'est pas en jeu de l'étude, mais qui appartient au milieu.

Le travail sur la conception de séquences s'effectue par le biais du dispositif des mémoires professionnels de ce second semestre. On s'intéresse particulièrement au type de tâches

T_1 : « Concevoir l'organisation mathématique à mettre en place pour enseigner un secteur donné »

Ce mémoire est réalisé en équipe. Les sujets concernent des secteurs d'enseignement, comme les vecteurs en seconde, ou le calcul littéral en quatrième. Il est demandé aux équipes de commencer par réfléchir aux points suivants (extraits des notes de séances) :

- 1) Chercher les types de tâches T_i enjeux de l'étude, dans les programmes eux-mêmes, dans les documents ressources, les sites internet, les manuels scolaires.
- 2) Voir quels sont les liens entre ces différents types de tâches.
- 3) Déterminer les techniques et technologies permettant d'accomplir les types de tâches enjeux de l'étude.

Un des objectifs du mémoire professionnel est de faire rencontrer aux étudiants des organisations mathématiques régionales (OMR), c'est-à-dire au niveau d'un secteur, ou des organisations mathématiques locales (OML), c'est-à-dire au niveau d'un thème (une séquence d'enseignement), pour arriver à penser l'enseignement de façon moins diffractée, (Bosch, Fonseca, Gascón 2004).

Deux personnes encadrent les mémoires professionnels : la formatrice chargée des TD, la formatrice chargée du cours. Il n'y aura pas d'autre indication donnée de façon générale sur le contenu du mémoire. Les formatrices encadrantes guident le travail de chaque équipe, mais devant toute la promotion : pendant chaque TD et chaque cours, les équipes présentent l'avancée de leur travail devant tous.

Plusieurs fois les étudiants ont été amenés à réfléchir à la façon de modéliser les organisations mathématiques sur lesquelles ils ont travaillé. Plusieurs équipes ayant travaillé sur les fonctions (en troisième, en seconde) ont ainsi fait émerger la question : faut-il penser au type de tâches « résoudre graphiquement une équation de la forme $f(x) = a$ », puis à la même chose de façon algébrique, ou faut-il penser à « résoudre une équation de la forme $f(x) = a$ », en déclinant dans la technique le choix entre utiliser le graphique ou l'équation ? Le mémoire a permis de s'interroger collectivement sur la façon d'analyser.

Ainsi le travail en commun devant la promotion a permis de s'interroger collectivement sur l'analyse d'une OM, de mettre en évidence des praxéologies communes dans plusieurs secteurs et de faire en sorte que des liens soient identifiés par les étudiants.

Au cours de la rédaction du mémoire, il a été plusieurs fois demandé aux équipes de réfléchir aux raisons d'être des praxéologies à l'étude dans l'enseignement des mathématiques. On a pu noter qu'il est très difficile pour les étudiants de déterminer des raisons d'être de ce qui est enseigné en mathématiques.

4. Les stages en M1

En M1, les étudiants partent en stage une semaine au premier semestre, en novembre, et deux semaines au second semestre, en mars.

L'introduction des notions de didactique enseignées en M1 ne s'appuie que très peu sur les stages réalisés par les étudiants eux-mêmes. Les mémoires de stage (l'un au premier semestre du M1, l'autre au second) servent au travail des notions déjà rencontrées, en particulier l'observation de l'organisation mathématiques ponctuelle (premier semestre), et l'organisation mathématiques locale (second semestre), comme le montrent les extraits de la lettre adressée aux maîtres de stage :

Extrait de la lettre pour DDMS1

Votre rôle, durant cette période, sera surtout de les aider à observer les séances en classe (l'enjeu mathématique de la séance et l'organisation de l'étude, avec notamment le rôle des élèves et le rôle du professeur) ainsi que la façon dont l'enseignement est organisé (séances et séquences, travail hors classe, évaluation, etc.).

Extrait de la lettre pour DDMS2

Votre rôle, durant cette période, sera surtout de les aider à observer les séances en classe (l'enjeu mathématique de la séance et l'organisation de l'étude, avec notamment le rôle des élèves et le rôle du professeur) ainsi que la façon dont l'enseignement est organisé (séances et séquences, travail hors classe, évaluation, etc.), en portant une attention particulière à l'organisation des séquences d'enseignement.

Au premier semestre, les étudiants ont eu à faire une analyse de la structure de la moitié des séances observées. Il a été demandé la réalisation d'au moins une séance durant le stage, aucune description n'a été demandée dans leur mémoire de stage.

Au second semestre, il était demandé aux étudiants de faire une analyse rapide de la structure des séances pour toute une séquence, choisie avec le maître de stage. Il a été demandé de réaliser deux séances au cours du stage, et de décrire rapidement la préparation, le déroulement, un petit bilan.

Les stages ont été aussi l'occasion de développer la connaissance du système éducatif.

Les questions qui ont pu se poser aux étudiants pendant le stage sont discutées par le biais du forum des questions.

5. Analyse du cours de didactique DDMS3

Durant ce semestre, les TD seront beaucoup plus liés au cours qu'en DDMS2. En particulier, c'est en TD qu'on prend le temps de poser les questions du forum des questions, et le cours sera le lieu des réponses.

Ce semestre va être l'occasion d'une reprise d'étude sur les notions étudiées au premier semestre, et d'autant plus qu'il faut permettre à quelques étudiants venant de M1 de mathématiques, sans didactique, d'acquérir ces notions.

Pour ce faire, on donne à analyser un compte rendu de séance, en classe de seconde. Cette séance comporte une AER sur les variations de fonctions du second degré. Cette AER est construite à partir d'une situation du monde (un problème d'enclos). On y rencontre une organisation mathématique enjeu secondaire de l'étude, autour de la résolution d'une équation de la forme $f(x) = k$.

On appelle organisation mathématique mixte (OMM) une organisation autour d'un type de tâches qui n'est pas seulement mathématique (Chevallard 2002, Organiser l'étude 3, p. 48). Dans une synthèse, il sera montré comment présenter une OMM, et l'analyse des deux organisations mathématiques, celle qui est enjeu principal, et celle qui est enjeu secondaire, et leur lien entre elles.

Les contraintes d'organisation ont pesé cette année et ont perturbé l'étude de la didactique. Des séances de cours où cette analyse a été travaillée ont été séparées de trois semaines, ce qui n'a pas facilité l'apprentissage. Cela explique pourquoi cette séance a été la seule analysée avant l'examen partiel.

Après l'examen partiel, en cours comme en TD, il a été travaillé en classe l'analyse de sujets de l'épreuve sur dossier du CAPES. On s'est efforcé de dégager, non seulement l'OM enjeu de l'étude, mais aussi les moments de l'étude – certains sujets se rapportent au moment technologico-théorique, d'autres au moment de travail, etc. –, ce qui a permis une reprise partielle de l'étude du cours du deuxième semestre de M1.

6. Analyse du cours de DDMS4

Ce semestre commence par le stage de quatre semaines en établissement, où les étudiants vont observer pendant la première semaine, et « prendre en main » une classe pendant les trois dernières semaines. Chaque étudiant devra réaliser un compte rendu de séance, qui sera exploité par la suite dans le TER. Comme en M1, les étudiants devront faire l'analyse d'une séquence, en analysant la structure et le contenu. Ils apporteront aussi des traces écrites d'élèves. Ce travail permet des remontées du terrain qui sont très utiles pour la formation.

Au retour du stage, lors de la première séance, en réponse à la question, issue du forum des questions « comment obtenir le calme en classe », deux comptes rendus de visite de professeurs stagiaires sont présentés. Dans les deux comptes rendus apparaissent des problèmes d'agitation, qui sont reliés à des problèmes de conception de séance : l'organisation mathématique mise en place dans la séance montre des faiblesses.

Ainsi apparaît la raison d'être de l'enjeu de l'étude pour ce semestre, qui sera autour du type de tâches :

T_0 : « *Observer, analyser, évaluer une séance de mathématiques et développer une éventuelle amélioration.* »

On remarquera que ce type de tâches est un prolongement du type de tâches T_0 travaillé en M1.

Cette étude sera faite à partir du dispositif du travail d'étude et de recherche (TER). Les TER sont réalisés en équipe, à partir d'un compte rendu de séance choisi parmi ceux rapportés par l'équipe. Quatre formatrices encadrent les équipes.

Un TER collectif est réalisé pendant les cours de DDMS4. Ce TER est mené à partir d'une séance réalisée en 4^e sur le thème de la proportionnalité. Ce travail, étalé sur cinq séances de cours, permet de montrer ce qui est attendu dans le TER, et comment le réaliser.

Un temps de travail par équipe pour la réalisation du TER de chaque équipe est pris pendant le cours ; une seconde formatrice a pu intervenir permettant ainsi de dédoubler la promotion. Cela a permis de soulager les étudiants, qui par ailleurs sont très sollicités par la préparation au concours, bien évidemment.

Les difficultés d'organisation du semestre n'ont pas permis de faire un travail qui nous satisfasse sur le développement.

7. Retours des étudiants, lien avec le concours

Cette année, UT3 a organisé une évaluation de tous ses masters.

Les étudiants délégués du M2 ont signalé qu'ils utilisaient beaucoup l'analyse de l'OM pour la préparation à l'épreuve sur dossier. Cela correspond à ce que l'équipe de formation a pu noter : la notion de praxéologie peut être considérée comme utilisée par la plupart des étudiants. Il est à souligner que les formateurs intervenant dans les UE de didactique ou les UE de préparation à l'épreuve sur dossier sont généralement familiers avec cette notion et son utilisation et que les nouveaux formateurs sont pris en charge par l'équipe. Des étudiants ont pu utiliser aussi l'analyse praxéologique pour la préparation à l'épreuve de leçon, alors que certains formateurs n'ont aucune formation en didactique.

Le modèle des moments de l'étude a été beaucoup moins réinvesti par les M2. Le cours de didactique de M1 présenté ici n'est pas exactement celui qui a fonctionné l'an dernier, les M2 actuels ont moins travaillé en didactique les moments de l'étude, et dominant moins cette notion que la notion de praxéologie. Il sera intéressant de voir si les promotions suivantes arrivent à utiliser les moments de l'étude pour la préparation au concours.

RÉFÉRENCES

- Bosch, M., Fonseca, C. & Gascón, J. (2004) Incompletud de las organizaciones matemáticas locales en las instituciones escolares. *Recherches en didactique des mathématiques*, 24(2-3), 205-250.
- Chevallard, Y. (2002) Organiser l'étude 1. Structures & fonctions. Dans J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Éds), *Actes de la XIe école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 3-22). Grenoble : La Pensée sauvage.
- Chevallard, Y. (2002) Organiser l'étude 3. Écologie & régulation. Dans J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Éds), *Actes de la XIe école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 41-56). Grenoble : La Pensée sauvage.
- Chevallard, Y. (2009) Quel avenir pour les mathématiques au collège et au lycée ? Les mathématiques dans la cité. *Exposé présenté dans le cadre des conférences de la Famille mathématique le 18 mars 2009 à l'IUFM d'Aix-Marseille.*
- Cirade, G. (2012) *Didactique des mathématiques et stage 1 – Année 2011-2012* (document interne).
- Cirade, G. (2012) *Didactique des mathématiques et stage 3 – Année 2011-2012* (document interne).
- Cirade, G. (2012) *Didactique des mathématiques et stage 4 – Année 2011-2012* (document interne).
- Lécureux-Têtu, M.-H. (2012) *Didactique des mathématiques et stage 2 – Année 2011-2012* (document interne).
- MEN (2011) *Ressources pour la classe de première générale et technologique, Statistiques et probabilités.*

Annexe

	UE1	UE2	UE3	UE4	UE5	UE6	UE7	UE8	UE9	
	Disciplinaire									
S1	Analyse 1 60h 6 ECTS	Algèbre 60h 6 ECTS	Probabilités Statistiques 60h 6 ECTS	Analyse 2 (option) 40h 4 ECTS			Culture disciplinaire professionnelle (CDP) Les Mathématiques, discipline scolaire et culture professionnelle (option) 60h 4 ECTS	CDP et intervention didactique 24h 6 ECTS	CDP et Intervention éducative 12h 1 ECTS	Culture professionnelle Anglais 24h 1 ECTS
S2	Analyse numérique et programmation (option) 60h 6 ECTS	Arithmétique (option) 60h 6 ECTS	Séminaires de recherche (option) 30h 3 ECTS	Histoire de l'enseignement de mathématiques (option) 30h 3 ECTS	Épistémologie et didactique des mathématiques 60h 6 ECTS	Leçons de mathématiques et initiation à la recherche (option) 60h 6 ECTS	Stages et culture professionnelle 24h 6 ECTS	Stages et culture professionnelle 48h 6 ECTS		
S3	Mathématiques pour l'enseignement 108h 11 ECTS	Géométrie 60h 6 ECTS				Leçons de mathématiques et initiation à la recherche 40h 6 ECTS	Formation à l'usage professionnel des nouvelles technologies 48h 6 ECTS			
S4a	Préparation à la première épreuve orale 84h 8 ECTS					Préparation à la deuxième épreuve orale disciplinaire 72h 8 ECTS	Stages et culture professionnelle 30h 11 ECTS			Anglais 24h 1 ECTS
S4b	S4a est adressé aux étudiants admissibles									
S4b	Préparation théorique aux stages en entreprise 84h 6 ECTS					Autre langue vivante 30h 4 ECTS	Stages en entreprise et mémoire professionnelle 48h 14 ECTS			Anglais 54h 6 ECTS
S4c	S4b est adressé aux étudiants non-admissibles en réorientation									
S4c	Préparation à la première épreuve orale 84h 8 ECTS					Préparation à la deuxième épreuve orale 72h 8 ECTS	Stages en entreprise ou en milieu scolaire 48h 12 ECTS			Anglais 24h 1 ECTS
	S4c est adressé aux étudiants non-admissibles en gardant un projet d'enseignement									

Tableau 1 : Maquette Master « Métiers de l'Enseignement et de la Formation en Mathématiques » (gris foncé : disciplinaire ; gris clair et très clair : histoire, professionnalisation et pluridisciplinaire)