



HAL
open science

La formation des professeurs de mathématiques - Les apports d'une étude clinique

Gisèle Cirade

► **To cite this version:**

Gisèle Cirade. La formation des professeurs de mathématiques - Les apports d'une étude clinique. Bernard Calmettes; Marie-France Carnus; Claudine Garcia-Debanc; André Terrisse. Didactiques et formation des enseignants. Nouveaux questionnements des didactiques des disciplines sur les pratiques et la formation des enseignants, Presses universitaires de Louvain, pp.273-284, 2016, 978-2-87558-469-4. hal-03527311

HAL Id: hal-03527311

<https://hal.science/hal-03527311>

Submitted on 15 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La formation des professeurs de mathématiques

Les apports d'une étude clinique

Gisèle Cirade

Gridife, Université Toulouse 2 (IUFM), France

Résumé. Nous nous appuyons sur des travaux réalisés dans le cadre de la *théorie anthropologique du didactique* et qui ont pour objet de préciser de divers points de vue le passage problématique d'*étudiant* en mathématiques à celui de *professeur* de mathématiques. Par le biais d'*une étude clinique de la formation* des professeurs de mathématiques dispensée à l'IUFM d'Aix-Marseille, nous avons pu étudier *les conditions et les contraintes* auxquelles sont soumis les élèves professeurs lors de leur formation, en nous arrêtant sur deux grands systèmes qui pèsent sur la dynamique de professionnalisation étudiée : d'une part, les conditions et contraintes dues à la *profession* de professeur de mathématiques, d'autre part, les conditions et contraintes exercées par la *formation initiale* des professeurs. Nous présentons ici quelques exemples montrant comment cette étude clinique de la formation permet de mettre en évidence et d'analyser les difficultés rencontrées par les élèves professeurs, aussi bien sur le plan mathématique que sur le plan didactique.

Mots-Clés : Clinique des systèmes de formation. Didactique des mathématiques. Problèmes de la profession. Théorie anthropologique du didactique (TAD).

Keywords: Anthropological Theory of the Didactic (ATD). Clinical approach to training systems. Didactics of mathematics. Problems of the profession.

Cette communication se situe dans le cadre de la *théorie anthropologique du didactique* (TAD). Les développements qui suivent s'appuient essentiellement sur une *étude clinique de la formation* initiale des professeurs de mathématiques dispensée au fil de plusieurs années à l'IUFM d'Aix-Marseille (Cirade, 2006), et grâce à laquelle nous pouvons étudier *les conditions et les contraintes* auxquelles sont soumis les élèves professeurs lors de leur formation.

1. L'étude clinique d'une formation

La question dont nous sommes partie peut être formulée naïvement ainsi : « Quelles difficultés rencontre-t-on quand, étudiant en mathématiques, on décide d'aller vers le professorat de mathématiques ? » L'inscription de nos travaux de recherche dans le cadre de la TAD nous a permis de reformuler la question dans les termes suivants :

Quelles sont *les conditions et les contraintes* sous lesquelles s'effectue le passage de l'état d'étudiant en mathématiques à l'état de professeur de mathématiques exerçant en collège ou en lycée ?

Dans notre recherche, nous nous sommes arrêtée sur deux grands systèmes de conditions et contraintes qui pèsent sur la dynamique de professionnalisation étudiée : d'une part, les conditions et contraintes dues à la *profession de professeur de mathématiques*, d'autre part, les conditions et contraintes exercées par la *formation initiale* des professeurs.

L'*étude clinique* que nous avons effectuée a pu être réalisée grâce au recueil – effectué de manière régulière et quasi systématique – de *matériels*¹, la formation ayant été pensée pour permettre cette clinique, les matériaux produits pour et par la formation (Chevallard & Cirade, 2006) devenant des matériels pour la recherche. C'est ainsi que les rapports rédigés par les maîtres de stage² en vue de la formation et de la validation des professeurs stagiaires nous ont permis d'avoir accès à *la parole des professionnels de terrain*. Notons d'emblée que l'étude clinique que nous avons conduite s'est donné pour objet la *parole* qui circule au sein de la formation étudiée et, outre la parole de ces professionnels de terrain, c'est la parole des *formés* et celle des *formateurs* que nous nous sommes efforcée de saisir.

Pour cela, nous avons en particulier exploité un dispositif interne à la formation, celui des *questions de la semaine*, auquel fait écho le *forum des questions*, où formés et formateurs ont tour à tour la parole, sous une forme écrite ou rapidement mise par écrit. D'autres matériels ont été exploités, tels les comptes rendus d'observations de séances réalisées dans le cadre de la formation ou encore les mémoires rédigés par les élèves professeurs de deuxième année d'IUFM. Mais ce qu'il est important de noter, c'est que les traces écrites sur lesquelles nous travaillons ont, en tant que matériel clinique, un double mérite : d'une part, elles n'ont pas été sollicitées par le chercheur, d'autre part, elles n'ont pas davantage été rédigées en vue de contribuer à répondre à la question que le chercheur étudie.

Dans notre communication, nous allons tout d'abord nous appuyer sur le dispositif interne à la formation mentionné ci-dessus, en nous efforçant tout particulièrement de mettre en évidence en quoi les *questions* posées par les élèves professeurs dans le cadre du dispositif des « questions de la semaine » permettent d'étudier les conditions et les contraintes sous lesquelles se trouvent les élèves professeurs en formation. En première année d'IUFM, les élèves professeurs sont invités à répondre par écrit, individuellement, à la sollicitation suivante : « Formulez brièvement une difficulté à laquelle vous vous êtes heurté, ou une question que vous vous êtes posée (dans le cadre de la préparation...) » Les questions posées sont regardées, non comme des difficultés personnelles singulières, mais comme des difficultés *liées à la profession*, et plus précisément à *l'entrée dans la profession*, préparation au concours de recrutement incluse. Les autres matériels à valeur clinique sont les *éléments de réponse* apportés dans le cadre du forum des questions et mis par écrit. Ces éléments de réponse ne constituent pas tant une réponse à l'*auteur* de la question – lequel a d'abord le mérite d'avoir rencontré la difficulté qu'il rapporte – qu'une ébauche de réponse à la *question* posée, les matériaux de réponse ainsi apportés permettant à chacun de s'engager dans la construction d'une réponse personnelle. Plus encore qu'en première année, où seule une assez mince partie de la préparation est alimentée par les questions posées par les élèves professeurs, en deuxième année la formation repose fortement sur la dynamique des questions et du travail pour élaborer des réponses.

Nous nous sommes aussi appuyée sur d'autres types de matériels que nous préciserons en temps voulu. Nous avons ici choisi de présenter trois problèmes de la profession, le premier étant relatif à l'infrastructure mathématique et les deux autres à l'infrastructure didactique. Dans

1. On utilisera *matériel* dans un sens analogue à celui proposé par Jean Laplanche et Jean-Bertrand Pontalis dans leur *Vocabulaire de la psychanalyse* (1967) : « Terme utilisé couramment en psychanalyse pour désigner l'ensemble des paroles et des comportements du patient en tant qu'ils constituent une sorte de matière première offerte aux interprétations et constructions » (p. 232).

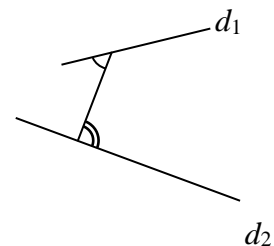
2. Les *maîtres de stage* sont les professeurs conseillers pédagogiques chargés de suivre sur le terrain, c'est-à-dire dans l'établissement du stage en responsabilité, la formation du stagiaire dont il a la charge. Chaque professeur stagiaire (élève professeur de 2^e année d'IUFM) fait l'objet de deux rapports de la part de son maître de stage, le premier vers la fin du premier trimestre, le second vers la fin du deuxième trimestre.

chacun des cas, nous renvoyons à des articles publiés ou en voie de publication et dans lesquels une étude plus complète a été menée.

2. Un problème d'infrastructure mathématique : les angles alternes-internes

Nous allons tout d'abord examiner une question de mathématiques ; plus précisément, il s'agit d'une question de géométrie portant sur un problème apparemment très élémentaire, qui surgit à propos des angles alternes-internes (Cirade, 2008) : au fil des années, le dispositif des *questions de la semaine* révèle que les jeunes professionnels se retrouvent devant des mathématiques à enseigner à propos desquelles ils n'auront pas eu l'occasion de conduire une réflexion appropriée. Les questions suivantes³ en témoignent :

1. Quelle définition donner des angles alternes internes ? (Il y a deux possibilités : le cas où les droites sont parallèles et le cas plus général.) (2000-2001, 5^e, semaine 7)
2. Peut-on parler d'angles alternes-internes et d'angles correspondants lorsque les droites d_1 et d_2 ne sont pas parallèles ? (2002-2003, 2^{de}, semaine 3)
3. Même si d_1 et d_2 ne sont pas parallèles, peut-on dire que les angles marqués sur la figure ci-contre sont alternes-internes ? (2002-2003, 2^{de}, semaine 17)
4. Parle-t-on d'angles alternes-internes lorsque les droites qui les définissent ne sont pas parallèles ? Même question pour les angles correspondants. (2003-2004, 2^{de}, semaine 9)
5. Comment définir deux angles alternes-internes, en 5^e, dans le cas de deux droites non parallèles coupées par une sécante (cas général) ? Est-ce nécessaire ? Un schéma clair ne suffit-il pas ? (2004-2005, 5^e, semaine 12)



La notion d'angles alternes-internes apparaît en classe de 5^e. En 2005-2006, le programme alors en vigueur donne les précisions suivantes :

Contenus. Caractérisation angulaire du parallélisme

Compétences exigibles. Connaître et utiliser les propriétés relatives aux angles formés par deux parallèles et une sécante. Connaître et utiliser les expressions : angles adjacents, angles complémentaires, angles supplémentaires.

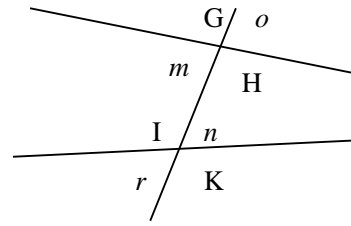
Commentaires. On pourra utiliser également le vocabulaire suivant : angles opposés par le sommet, alternes-internes, correspondants.

Ces questions qui, comme on l'a vu, se répètent au fil des années, sont prises en charge dans la *forum des questions*. C'est ainsi que le formateur est amené à présenter une définition donnée dans un manuel de géométrie du niveau collège conforme au programme de l'enseignement court du 18 avril 1947, où la tradition d'enseignement n'a pas encore été sur ce point déstabilisée (elle ne le sera qu'après 1970).

3. Les questions présentées sont suivies de l'information codée suivante : année de la formation, classe(s) en responsabilité, numéro de la semaine dans l'année.

Lorsque deux droites sont coupées par une sécante, elles forment huit angles ; les quatre angles compris entre les droites se nomment **internes** ou **intérieurs** ; les quatre autres se nomment **externes** ou **extérieurs**.

On appelle angles alternes-internes deux angles situés de part et d'autre de la sécante, à l'intérieur des droites et non adjacents. Exemple : les angles m et n , ainsi que H et I.



La réponse est claire. Mais si l'on examine les manuels depuis une vingtaine d'années, on s'aperçoit que, jusqu'à une période très récente, nombre de manuels ne « définissent » les angles alternes-internes que dans le cas où l'on a *deux droites parallèles* coupées par une sécante. Or la caractérisation angulaire du parallélisme appelée par le programme se traduit par deux propriétés que l'on peut schématiquement formuler ainsi :

Soit deux droites coupées par une sécante commune.

1. Si les droites sont parallèles, alors les angles alternes-internes sont égaux.
2. Si les angles alternes-internes sont égaux, alors les droites sont parallèles.

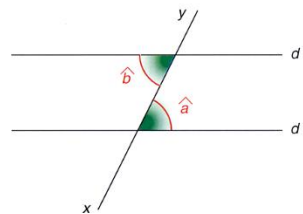
Or si l'on définit les angles alternes-internes uniquement quand les droites sont parallèles, on ne peut plus ni formuler, ni même *penser* correctement la deuxième propriété. On voit alors certains manuels se tirer de la difficulté par une subtilité de langage, en parlant d'« angles *en position* d'alternes-internes » lorsqu'il s'agit d'énoncer cette propriété (Malaval et al., 1995, p. 170).

UTILISER DES ANGLES POUR RECONNAÎTRE DES PARALLÈLES

(xy) est une sécante aux droites d et d' .

Lorsque l'on sait que $\hat{a} = \hat{b}$

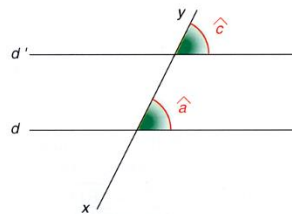
(angles en position d'alternes-internes)



alors on peut affirmer que les droites d et d' sont **parallèles**.

Lorsque l'on sait que $\hat{a} = \hat{c}$

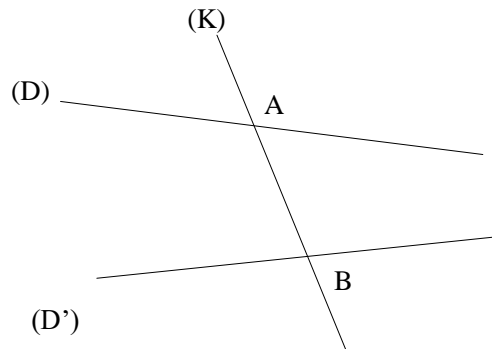
(angles en position de correspondants)



alors on peut affirmer que les droites d et d' sont **parallèles**.

En fait, on trouve très tôt, dans le curriculum français, la gêne qui portera certains à parler d'angles *en position* d'alternes-internes. Par exemple, le manuel de 4^e de la collection Brédif publié en 1968 (Wattiaux et al., pp. 224-227) ne donne guère à voir que le schéma de deux *parallèles* coupées par une sécante, hormis dans un cas, celui de l'étude de la réciproque du théorème selon lequel « deux angles alternes-internes (ou alternes-externes) sont égaux », où, considérant des angles supposés *a priori* égaux sans pour autant que les droites soient supposées parallèles – c'est ce qu'il s'agit précisément de démontrer –, les auteurs écrivent : « On suppose que les angles $\widehat{x'Az'}$ et \widehat{yBz} , dits alternes-internes, sont égaux. » À la même époque pourtant, certains auteurs prennent le parti, non d'éviter la difficulté, mais au contraire de l'affronter sans détour. Ainsi en va-t-il du manuel de 4^e de la collection Cossart et Théron (Théron et al., 1969, p. 297). Le texte distingue les droites (D) et (D'), supposées « quelconques », et la sécante (K). Ensuite, la sécante étant choisie (ou donnée), ce qu'il est facile de définir (parmi les 8 angles déterminés par cette sécante), c'est la relation d'*alternance* : deux angles (parmi ces 8) sont

alternes si les secteurs angulaires correspondants sont situés de part et d'autre de la sécante (K). Par contraste, la définition du caractère *interne* d'un angle (il ne s'agit plus ici d'une relation binaire entre angles mais d'une propriété de l'angle lui-même) apparaît plus délicate. Les auteurs donnent à ce problème une solution habile, voire élégante, mais qui, pour le débutant, peut apparaître d'abord quelque peu artificielle : un angle (parmi les 8 considérés) est interne si l'une des deux demi-droites qui lui servent de côtés contient le segment [AB], où A et B sont les points d'intersection de la sécante (K) avec les droites (D) et (D').

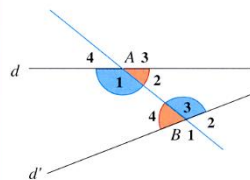


Tel est le prix à payer, en termes de sophistication mathématique, pour obtenir une définition claire et simple de la notion d'angle interne (et, par négation, d'angle externe). On peut penser que, à la faveur d'une évolution démathématisante qui tend à promouvoir une vision naturaliste des phénomènes géométriques, ce prix à payer est apparu trop élevé, en sorte que l'innocence primitive qui prévalait encore avant la réforme des mathématiques modernes ayant été perdue, il est apparu impossible tout à la fois de ne pas donner de définition et de donner une définition convenable.

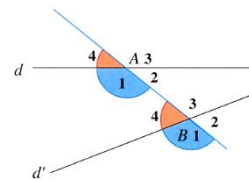
Cette pathologie curriculaire qui a affecté l'enseignement français pendant d'assez longues années tend aujourd'hui à disparaître, les manuels actuels osant de plus en plus présenter la situation « générale » de deux droites non nécessairement parallèles coupées par une sécante (Serra, 2001, p. 186) :

c) Angles définis par deux droites d et d' et une sécante (AB)

Les angles \hat{A}_1 et \hat{B}_3 , \hat{A}_2 et \hat{B}_4 sont alternes-internes par rapport aux droites d et d' et à la sécante (AB) .



Les angles \hat{A}_1 et \hat{B}_1 , \hat{A}_2 et \hat{B}_2 , \hat{A}_3 et \hat{B}_3 , \hat{A}_4 et \hat{B}_4 , sont correspondants par rapport aux droites d et d' et à la sécante (AB) .



Le dispositif des *questions de la semaine* (et du *forum des questions*) aura ainsi permis de mettre au jour et de prendre en charge un problème rencontré par les élèves professeurs dans le cadre de la formation. Mais, surtout, ce que l'on voit c'est que, dans ce cas comme dans bien d'autres, les difficultés rencontrées par les élèves professeurs ne sont pas des difficultés personnelles, mais des difficultés qu'il reviendrait à *la profession*, et non pas à chacun de ses membres, de traiter. Par *profession*,

nous désignerons en fait un vaste ensemble incluant, à côté des professeurs, les animateurs et responsables de l'enseignement des mathématiques, et aussi les chercheurs – mathématiciens, didacticiens ou autres – travaillant spécifiquement sur des *problèmes de la profession*. (Chevallard & Cirade, 2010, p. 44)

On a là un exemple d'un *problème mathématique durable de la profession*, profession qui, semble-t-il, a fini par trouver une « solution » au problème considéré, même si les programmes entrés en application à la rentrée 2009 précisent encore qu'il s'agit de « connaître et utiliser les propriétés relatives aux angles formés par deux parallèles et une sécante et leurs réciproques » (c'est nous qui soulignons). Cela dit, l'équilibre semble encore fragile, ainsi qu'en témoigne un manuel de 5^e (Jacob et al., 2010, p. 207) qui propose la définition suivante :

Lorsque deux droites sont coupées par une sécante, elles déterminent deux paires d'angles alternes-internes. Les angles de chaque paire, non adjacents, sont situés : de part et d'autre de la sécante ; à l'intérieur de la bande formée par les deux droites. » (C'est nous qui soulignons.)

La référence à la situation où les deux droites sont parallèles est encore vivace...

3. Des problèmes d'infrastructure didactique

3.1. Les devoirs à la maison (DM)

Concernant le problème que nous venons d'évoquer, le nombre de *questions de la semaine* posées par les élèves professeurs au fil des années est assez restreint (7 questions sur les 7000 recueillies au fil de six années). Ce n'est pas le cas en ce qui concerne un dispositif didactique, celui des « devoirs à la maison » : c'est ainsi près de 450 questions que nous avons pu recueillir et étudier (Cirade, 2011).

Ce qui frappe d'emblée, lors de l'examen de ces questions, ce sont les interrogations concernant la *fréquence* et la *longueur* de ces devoirs. En 1997, sous le titre *Les travaux écrits des élèves en mathématiques au collège et au lycée*, le groupe des mathématiques de l'inspection générale de l'Éducation nationale propose une synthèse dans laquelle il précise, à propos des « devoirs à la maison », que leur fréquence est chose essentielle – la tendance est à un travail de rédaction chaque semaine – et que, par voie de conséquence, il faut réduire leur *longueur* ainsi que leur difficulté par rapport à une norme ancienne qui n'est jamais désignée qu'en creux. Bref, écrivent-ils, « il vaut mieux faire “souvent et court” que “rarement et long” ». Mais face à ces indications que la formation donnée à l'IUFM leur fait connaître de manière insistante, les professeurs stagiaires apparaissent souvent déconcertés. Les questions fusent :

- Faut-il donner des DM à rédiger toutes les semaines ?
- Est-ce qu'un devoir à la maison par semaine n'est pas trop ?
- Doit-on faire des DM courts et très fréquents ou alors longs et plus rares ?
- Je donne aux élèves des DM notés toutes les semaines. Mais dois-je aussi en donner les semaines où il y a un contrôle en classe ?
- Peut-on donner un DM la même semaine qu'une interrogation ?
- Qu'entendez-vous par donner des interrogations moins souvent et plus longues [*sic*] et des DM plus souvent et moins longs ? Et comment mettre en place un tel dispositif ?
- Un « petit » DM tous les quinze jours est-il un bon rythme de travail pour les élèves ?

Afin de mieux situer les obstacles que les élèves professeurs sont amenés à affronter au cours de leur formation, nous présenterons ici, très rapidement, un certain nombre d'analyses « macrodidactiques » proposées dans la formation en suivant une « notice », intitulée *L'espace de l'étude*, qui rassemble et organise un grand nombre de données, notamment historiques, sur la question de l'organisation de l'étude scolaire (Chevallard, 2006). Le premier paradigme organisateur que nous évoquerons est celui des lycées du XIX^e siècle, où le travail scolaire est alors structuré par l'opposition entre *la classe* et *l'étude*. La classe est alors un point de rendez-vous entre deux périodes passées en étude, où le professeur propose une correction des devoirs remis par les élèves et fournit à ces derniers de nouveaux devoirs à faire. Une lente évolution va faire émerger l'idée de réaliser *en classe* certaines des activités auxquelles l'élève était censé se livrer *en dehors de la classe*. La notice se réfère sur ce point aux instructions générales du 1^{er} octobre 1946, qui poussent en avant un changement de *l'organisation de l'étude* imposant de fait un changement *dans le métier de professeur* lui-même. Le professeur doit alors gérer ensemble le savoir à enseigner, les élèves et leur rapport naissant ou déjà figé au contenu mathématique travaillé : il doit désormais devenir un *directeur d'étude* et un *aide à l'étude* dans l'espace même de la classe. À la simplicité de l'ancienne organisation – celle du cours complété par le devoir –, la nouvelle organisation de l'étude semble vouloir substituer un système complexe et exigeant, qui mêle indissociablement l'action du professeur à l'activité supposée des élèves.

Dans l'ancien paradigme didactique, le devoir était quasiment tout ; il demeurera longtemps l'un des deux ou trois piliers de l'enseignement secondaire des mathématiques. De cette tradition de longue durée, presque immémoriale pour les générations les plus anciennes de professeurs, il demeure aujourd'hui encore un habitus, qui fait du devoir à la maison une structure à la fois capitale et en quelque sorte « totipotente⁴ », supposée capable d'assumer toutes les fonctions didactiques essentielles. On a vu ci-dessus, par le biais des *questions* posées par les élèves professeurs, un premier caractère « vestigial », à savoir cette idée prégnante que le professeur devrait proposer à ses élèves, au rythme par exemple d'un par quinzaine, un « gros devoir ». Toujours à travers leurs interrogations, on peut voir se déployer une conception protéiforme des DM, dont la *polyvalence didactique* paraît indéfiniment extensible, en conformité avec l'ancien rôle dévolu aux « devoirs », qui en faisait un lieu essentiel aux apprentissages scolaires. C'est ainsi que l'on voit apparaître des questions dont certaines sont assorties de considérations typiques de la vision des DM comme « *réservoir de temps didactique* » :

- Peut-on traiter certaines parties du cours sous forme de DM ?
- J'ai pris du retard par rapport à ma progression. Je suis conscient que les devoirs à la maison doivent être courts et ont pour but la vérification de l'acquisition par les élèves des notions de cours. Vu le contexte, est-ce que je peux utiliser un DM pour compléter un cours (démonstration d'une propriété par exemple) ?

Le « renvoi en DM » de ce qui devrait se faire en classe apparaît souvent, à cet égard, comme l'aveu d'une minoration – voire d'une péjoration – du contenu mathématique concerné et/ou de l'activité d'étude à conduire sur ce contenu. Ainsi en va-t-il typiquement avec la question suivante :

- Peut-on traiter le chapitre *Statistique* sous forme d'exercices et de DM ?

4. En biologie, on appelle cellule totipotente une cellule souche capable d'engendrer un organisme tout entier : une telle cellule a la capacité de donner naissance à tous les types de cellules de l'organisme.

La question suivante, qui évoque une organisation de l'étude sans doute largement imaginaire, tente d'intégrer un tel usage des DM à un cadre plus large :

- Peut-on faire un chapitre (par exemple « Droites remarquables du triangle ») uniquement en DM, en avançant petit à petit (en en parlant régulièrement en classe), mais sinon en les laissant mettre en place leur cours ?

D'autres fonctions sont attribuées aux DM, que nous n'évoquerons pas ici, faute de temps (c'est un moyen de préparer l'étude à venir, d'aller plus loin, de compenser les déficits, etc.). On notera simplement ici la force des contraintes d'origine historique qui pèsent sur la profession et, par delà, sur la formation des professeurs. Comme on l'a vu, la formation prodiguée ne reste pas muette sur la question ; mais c'est bien difficilement que ses préconisations semblent entendues par des jeunes professeurs, vieux déjà de tout un inconscient scolaire non analysé. L'intégration des DM dans une organisation didactique d'ensemble ne va pas de soi. Les devoirs à la maison conservent d'un passé prestigieux, certes ancien, mais souterrainement influent, l'image d'un dispositif à fort pouvoir d'attraction didactique, capable de tout permettre – surtout ce que les séances en classe, dans leur relatif dénuement, semblent échouer à apporter.

3.2. Les AER et la mise en place d'une organisation mathématique locale

Tout en nous appuyant sur les *questions de la semaine* formulées par les élèves professeurs, nous examinerons ici un autre type de matériels, à savoir les *mémoires professionnels* rédigés par les élèves professeurs de 2^e année d'IUFM dans le cadre de leur formation, pour mettre en évidence d'autres contraintes qui pèsent sur la formation des professeurs de mathématiques. Nous emprunterons largement à une communication présentée lors du III^e congrès international sur la TAD (Artaud, Cirade & Jullien, 2011).

Dans leur mémoire professionnel (Benhadi, El Kaine & Félix, 2009), les auteurs présentent tout d'abord leur analyse et leur évaluation d'une séance observée, avant de proposer un développement de l'un des points jugés négativement. Après une introduction présentant la « problématique », ce développement propose un « guide de recherche du problème » assorti d'un « scénario de la séance proposée », qui est en fait un compte rendu fictif. Les auteurs du mémoire font émerger la question à étudier de la situation problématique suivante :

Un maître-nageur dispose d'un cordon flottant de 160 mètres de longueur. Il veut délimiter une surface de baignade de forme rectangulaire. Comment peut-il disposer le cordon ?
(p. 40)

L'étude du problème est prévue en deux étapes : une première étape qui permettra d'aboutir à la modélisation de l'aire de la zone de baignade en fonction de l'un de ses côtés ; une seconde qui partira de l'expression de l'aire pour en déterminer le maximum. Les élèves professeurs prévoient la réalisation de ces deux étapes en deux séances distinctes. La première séance voit la mise en forme (sous forme d'épisodes distincts) des bilans suivants :

- On dit ainsi qu'on a défini une fonction, c'est-à-dire un procédé qui à x , la largeur du rectangle, associe l'aire de ce rectangle. On note pour montrer que l'aire dépend de x :
 $A(x) = 160x - 2x^2$.
- La fonction A est définie sur l'intervalle $[0 ; 80]$.
- L'image par une fonction f d'un élément x est le réel qui lui est associé par cette fonction f .

– Les antécédents par la fonction f du nombre réel y sont les éléments dont y est l'image par f . (pp. 45-47)

Les auteurs prévoient alors des séances permettant la synthèse et le travail de l'organisation mathématique relativement aux notions étudiées. Ils introduisent ainsi une rupture dans la dynamique de l'étude, ce dont ils sont conscients puisque le compte rendu fictif de la première séance se termine par l'échange suivant :

P. Maintenant qu'on a revu toutes ces notions, on va pouvoir les écrire dans la partie synthèse.

E. Mais madame on n'a pas trouvé comment le maître-nageur devait placer son cordon pour avoir la plus grande surface de baignade.

P. Tu as raison, mais nous reprendrons cette activité plus tard.

La justification de cette rupture doit sans doute être cherchée dans des structures prégnantes de la profession qui se dessinent à travers les questions suivantes, issues de la formation des élèves professeurs de l'IUFM d'Aix-Marseille (AM) et de l'IUFM Midi-Pyrénées (MP) :

– Lors d'une activité, peut-on l'entrecouper de synthèses ponctuelles (*écrites* dans la partie synthèse) ou doit-on terminer l'activité pour écrire la synthèse ? (2^{de} & 1^{re} ES option, MP, 2008-2009, semaine 2)

– La séance qui servira de référence pour le mémoire doit-elle uniquement contenir une AER ? (4^e & 4^e, MP, 2008-2009, semaine 7)

– Est-ce un défaut si, en analysant une activité, on s'aperçoit que le moment exploratoire survient après une suite de questions élémentaires mais longues à traiter, repoussant ce moment en fin de séance (ce qui laisse ensuite peu de place pour les autres moments) ? (5^e & 4^e, MP, 2008-2009, semaine 20)

– Dans une séance, a-t-on le temps de faire l'activité, d'écrire la synthèse au tableau et de résoudre ensemble un exercice d'application pour que les élèves aient ensuite tous les éléments nécessaires pour résoudre les exercices à faire à la maison ? (3^e, AM, 2009-2010, semaine 1)

– Comment bien répartir les différentes parties du cours (activités, synthèses, exercices) ? (5^e & 4^e, AM, 2009-2010, semaine 2)

– Comment bien organiser une séance de 55 minutes ? Quelle part de temps consacrer à l'AER ? À la synthèse ? Aux exercices d'application ? (4^e & 3^e, AM, 2009-2010, semaine 2)

– Comment prévoir les différents temps d'enseignement pour organiser sa séance ? (2^{de}, MP, 2009-2010, semaine 2)

On voit ainsi apparaître que les éléments développés par la formation se heurtent à une norme de la profession : la synthèse intervient « tout de suite » après l'activité et de préférence pendant la même heure. En dehors du problème de gestion du temps didactique que cela introduit en contraignant par exemple une AER à durer « moins d'une heure », cela nuit au travail même de synthèse, comme M. Artaud et M. Jullien l'ont mis en évidence par ailleurs (Artaud & Jullien, 2009, 2010)⁵.

5. D'autres types de matériels permettent de faire le même constat, tels les comptes rendus d'observations de séances.

4. Conclusion

Comme on l'a vu sur ces quelques exemples, l'*étude clinique* de la formation des professeurs, en s'appuyant sur divers types de corpus recueillis dans le cadre de la formation et en les considérant comme des *matériels*, permet d'étudier les conditions et les contraintes auxquelles sont soumis les élèves professeurs lors de ladite formation. Dans une perspective de *développement de la profession* (de professeur de mathématiques), la question qui se pose est celle de l'équipement praxéologique de ses membres, ce que l'on nommera encore le « problème praxéologique de la profession » (Chevallard & Cirade, 2010). Il est alors nécessaire de mettre au jour les besoins *infrastructurels*, qu'ils soient de nature didactique, mathématique, pédagogique ou scolaire ; l'étude clinique de la formation des professeurs nous semble être un des moyens d'y contribuer.

Références

- Artaud, M., Cirade, G. & Jullien, M. (2011). Intégration des PER dans l'équipement praxéologique du professeur. Le cas de la formation initiale. Dans M. Bosch et al. (Éds), *Un panorama de la TAD* (pp. 769-794). Barcelone, Espagne : CRM.
- Artaud, M. & Jullien, M. (2009). *Séminaire de didactique des mathématiques pour les PCL2, année 2008-2009* (non publié). Université de Provence (IUFM).
- Artaud, M. & Jullien, M. (2010). *Séminaire de didactique des mathématiques pour les PCL2, année 2009-2010* (non publié). Université de Provence (IUFM).
- Benhadi, S., El Kaine, S. & Félix, D. (2009). *Comment dynamiser l'enseignement des mathématiques ? Le cas des fonctions en classe de seconde* (Mémoire professionnel). Université de Provence (IUFM), Marseille.
- Chevallard, Y. & Cirade, G. (2006). Organisation et techniques de formation des enseignants de mathématiques. Dans C.-M. Chiocca, & I. Laurençot (Éds), *De l'intégration des technologies aux dispositifs de formation de futurs enseignants*. Toulouse : ENFA & IUFM.
- Chevallard, Y. & Cirade, G. (2010). Les ressources manquantes comme problème professionnel. Dans G. Gueudet & L. Trouche (Éds), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 41-55). Rennes : PUR & Lyon : INRP.
- Chevallard, Y. (2006). *L'espace de l'étude*. Disponible sur Internet.
http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/data/fc/encyclopedie/volume2/2006-2007/le_temps_de_letude_2006.pdf
- Cirade, G. (2006). *Devenir professeur de mathématiques : entre problèmes de la profession et formation en IUFM. Les mathématiques comme problème professionnel*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille 1.
- Cirade, G. (2008). Les angles alternes-internes : un problème de la profession. *Petit x*, 76, 5-26.
- Cirade, G. (2010). Les professeurs en formation initiale face au casse-tête des nombres. Dans A. Bronner, M. Larguier, M. Artaud, M. Bosch, Y. Chevallard, G. Cirade & C. Ladage (Éds), *Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d'action* (pp. 327-347). Montpellier : IUFM.
- Cirade, G. (2011). Un passé qui ne passe pas. Le cas des « devoirs à la maison ». Dans M. Bosch et al. (Éds), *Un panorama de la TAD* (pp. 299-320). Barcelone, Espagne : CRM.
- Jacob et al. (2010). *Maths 5^e*. Paris : Belin (Collection Nouveau prisme).
- Laplanche, J. & Pontalis, J.-B. (1967). *Vocabulaire de la psychanalyse*. Paris : PUF.
- Malaval, J. et al. (1995). *Maths 5^e*. Paris : Nathan (Collection Transmath).

Théron, P. et al. (1969). *Mathématiques. Classe de 4^e*. Paris : Bordas (Collection Cossart et Théron).

Serra, É. (Éd.) (2001). *Math 5^e. Mathématiques*. Paris : Bordas.

Wattiaux, L. et al. (1968). *Mathématiques 4^e*. Paris : Hachette (Cours Brédif).