

FORMATION DES MONITEURS (MATHÉMATIQUES)

Par **D. PERRIN et A. ROBERT**

DOCUMENT DE TRAVAIL POUR LA FORMATION DES ENSEIGNANTS

UNIVERSITÉ PARIS 7

DOCUMENT DE TRAVAIL

Formation des moniteurs (mathématiques)

par Daniel Perrin et Aline Robert

PREAMBULE

Le texte que nous présentons est très général, en particulier il n'aborde pas les modalités de la formation. Celle-ci peut prendre des formes très diverses selon les environnements (taille de l'université, tuteurs ...).

Dans tous les cas, nous pensons que les documents indiqués en bibliographie permettent de concevoir pour les moniteurs des activités variées et riches ; c'est notamment le cas pour la brochure "Enseigner autrement les mathématiques en DEUGA première année" (ouvrage collectif de la Commission InterIremUniversité) et pour les cahiers de Didirem n° 6, 7, 8, 9, 12 et 11.

Formation des futurs enseignants du supérieur en mathématiques.

Depuis Septembre 1989 ont été créés en France 14 Centres d'Initiation à l'Enseignement supérieur (C.I.E.S.). Les conditions de formation sont sans doute très différentes selon les CIES, et en particulier selon le nombre de moniteurs en mathématiques recrutés.

Pour notre part, nous avons assuré cette année, dans le CIES de Paris-Jussieu qui regroupe 250 moniteurs dont une soixantaine de mathématiciens, une partie de l'encadrement de ces derniers. C'est cette expérience, sans doute très spécifique à de "gros" CIES, qui nous inspire les réflexions suivantes sur cette question de la formation des futurs enseignants du supérieur en mathématiques.

Jusqu'à présent il n'y avait pas de formation à l'enseignement supérieur. Cependant l'accroissement et la diversification des effectifs, notamment en DEUG, l'échec notoire d'une grande partie des étudiants amènent à se demander si pour enseigner avec une certaine efficacité en DEUG, il suffit, comme on l'a toujours considéré jusqu'ici, de bien savoir les mathématiques (même si c'est évidemment toujours nécessaire !).

Ce qui suit s'inscrit dans l'idée qu'on peut améliorer en DEUG les apprentissages, et par suite les réussites, en modifiant de façon rationnelle les enseignements. Les questions qu'il s'agit alors de proposer aux futurs enseignants sont les suivantes : peut-on, doit-on faire autre chose que d'habitude, et comment le faire, compte-tenu de la population actuelle du DEUG, pour obtenir un apprentissage satisfaisant ?

Cela nécessite une réflexion sur ce qu'on entend par apprentissage, et même par apprentissage satisfaisant. De plus, l'idée même de contrôle de certains processus d'apprentissages présuppose l'existence de régularités : si l'enseignement d'un contenu donné est fait d'une certaine manière, les effets essentiels sur les apprentissages vont se reproduire, pour presque tous les étudiants concernés, et presque tous les enseignants .

Si on admet ces idées, si on admet qu'on peut présenter certains éléments de réponses aux questions précédentes, on peut concevoir d'aider les futurs enseignants par une formation fondée sur ces réponses.

On peut développer une réflexion sur la nature des contraintes qui pèsent

sur les enseignements de DEUG, en analysant si elles sont ou non incontournables ; la formation sert à faire connaître différents choix possibles pour gérer ces contraintes, avec des conséquences en termes d'acquisitions probables (pour une grande partie des étudiants).

On peut décrire, parmi les régularités évoquées ci-dessus, celles qui ont déjà été mises en évidence, une deuxième étape étant de voir comment on peut en tenir compte pour améliorer les rapports entre les enseignements et les apprentissages en DEUG.

Cela permet aussi de faire réfléchir les moniteurs à leurs propres convictions sur l'enseignement supérieur et ses spécificités.

Connaître plusieurs points de vue et propositions pour enseigner "autrement", disposer donc d'une plus grande marge de manoeuvre, voilà qui peut amener les futurs enseignants du supérieur à optimiser leurs choix et à être rapidement efficaces en DEUG.

Par ailleurs, on peut profiter de l'occasion pour faire acquérir certaines techniques élémentaires d'exposition (en mathématiques) et/ou d'utilisation du matériel informatique, ces éléments pouvant être aussi l'objet de formations au niveau DEA.

Il s'agit donc de mettre au point des activités spécifiques de formation à l'enseignement supérieur (par exemple l'étude critique de diverses séquences d'enseignement, ou la discussion avec des intervenants divers).

Nous allons développer rapidement des propositions dans les directions évoquées ci-dessus, en indiquant des thèmes de réflexion, de discussion ou d'activités possibles (en formation disciplinaire, pour des moniteurs de mathématiques).

Nous n'hésitons pas à présenter des questions qui n'ont pas encore de réponses, ou sur lesquelles il n'y a pas d'unanimité du corps enseignant, cela nous semble faire partie de la formation (à condition de le signaler).

I Réflexions sur diverses spécificités de l'enseignement supérieur

Voici des éléments que l'on peut soumettre à la discussion aux moniteurs (par exemple en proposant des débats entre eux et/ou des enseignants variés):

a) Questions à propos des liens recherche/enseignement supérieur

* le fait que les enseignants soient des chercheurs peut-il permettre une évolution plus rapide de l'enseignement, une intégration des connaissances nouvelles, l'abandon de certains secteurs, ne serait-ce que parce que les programmes sont moins contraignants ?

* cela peut-il permettre un renouvellement des problèmes et des cours ?

On peut penser à des renversements de priorités dans l'enseignement (par exemple introduire l'étude qualitative des équations différentielles au détriment de certaines résolutions exactes). On peut aussi penser à l'introduction de domaines nouveaux (mathématiques discrètes, fractals). On peut aussi envisager des visions renouvelées de vieilles questions (analyse non standard).

* cela peut-il aussi permettre une autre conception des "activités" des étudiants ?

Chercher, sécher, faire des erreurs, se donner des idées à tout prix, sur des exemples, en changeant de cadres, en utilisant les analogies, en faisant varier un petit peu les paramètres, utiliser des outils mathématiques avant de les connaître à fond, discuter avec d'autres pour résoudre, démontrer pour convaincre, rédiger pour transmettre, ne rien comprendre en séminaire mais écouter quand-même pour "avoir une petite idée", sont le pain quotidien du chercheur ...

On peut donc réfléchir à la façon d'aider les apprentissages en faisant faire aux étudiants de temps en temps ce type d'activités : peut-être cela contribue-t-il à donner plus de signification aux activités mathématiques des étudiants, du fait qu'ils adoptent alors la démarche scientifique qui a permis le développement des notions mathématiques.

b) Questions à propos des mathématiques enseignées

Deux sortes de réflexions peuvent être menées :

* sur les mathématiques "service", dans les enseignements à des futurs non

mathématiciens.

L'utilisation de problèmes externes aux mathématiques pour "motiver" celles-ci, la question de savoir quoi enseigner pour obtenir des savoir-faire sont au coeur de ces réflexions.

* sur la nature des concepts et les programmes dans les DEUG scientifiques. Par exemple, on peut profiter des problèmes soulevés par l'enseignement de l'algèbre linéaire en DEUG pour faire réfléchir à ces concepts d'algèbre qui sont d'un type particulier (unificateur, généralisateur, formalisateur). Cela peut donner lieu à des activités sur des textes historiques ou des synthèses épistémologiques.

Cela introduit la réflexion générale que les enseignants peuvent mener pour déterminer des problèmes intéressants, pouvant servir d'amorce ou de fil directeur à l'enseignement d'une notion donnée (ou d'un groupe de notions).

c) A quel public a-t-on affaire ?

Peut-on, doit-on déterminer les acquis antérieurs des étudiants (et comment) ? Pourquoi faire ?

On peut introduire le sujet en faisant analyser et comparer les prétests déjà pratiqués (autotest pratiqués dans certaines universités par exemple). On peut faire expérimenter le mode de dépouillement où on repère les mises en fonctionnement des connaissances dans les différents domaines où elles interviennent. On peut alors montrer les rapports qui ont été mis en évidence entre prérequis et acquisitions ultérieures, en insistant sur le fait qu'il vaut mieux "en savoir un peu moins mais de plusieurs façons qu'un peu plus mais d'une seule façon", et analyser comment on peut s'appuyer sur ces résultats pour orienter l'enseignement.

d) Spécificités du DEUG par rapport au secondaire

On peut faire réfléchir les moniteurs aux faits suivants.

Les étudiants de DEUG sont des étudiants moyens, voire faibles, assez peu marqués comme scientifiques, pas toujours curieux, rarement entièrement décidés sur leur futur. Ils ont souvent été refusés en prépa, ou en IUT.

Ils arrivent à l'Université en sachant qu'il va y avoir une rupture, mais ils ne savent pas bien laquelle, ni comment il va falloir la gérer.

Très vite ils peuvent réaliser que cette rupture concerne l'organisation de leur travail, il n'y a plus de cahier de textes, il n'y a plus quelqu'un pour leur dire "attention vous ne travaillez pas assez", il y a beaucoup moins de contrôles

En revanche le travail qui leur est demandé est, sauf exception, très proche de celui du secondaire.

* Il s'agit d'écouter des cours auxquels on ne comprend pas grand chose, on ne connaît pas plus qu'avant les questions auxquelles ces cours répondent.

* Il s'agit d'appliquer en "faisant et refaisant" les exercices (de TD en particulier). Pas besoin apparemment d'aller chercher tout seul des livres, pas besoin d'apprendre autrement, plus intelligemment, puisqu'on est évalué sur des savoir-faire téléguidés, pas besoin de réfléchir plus aux contenus (ça ne sert à rien en tout cas pour l'évaluation, les activités classiques semblent suffire).

Enfin, ce qu'on fait n'a pas plus d'application pour autrui qu'avant.

D'où un problème : dans la mesure où les étudiants apprennent mal, n'y aurait-il pas lieu justement de les mettre dans d'autres conditions d'apprentissage (compte-tenu de la difficulté relative des contenus à apprendre) ?

Est-ce que ces conditions d'apprentissage classique, par écoute, par imitation, sans compréhension profonde, sans enjeu autre que la réussite à un examen, sans entrée dans une véritable démarche scientifique, suffisent pour que les étudiants moyens apprennent ?

Cela amène à réfléchir à ce qu'on veut que les étudiants fassent effectivement pendant les TD, à ce qu'il est possible de faire, aux précautions à prendre le cas échéant si on veut changer quelque chose.

Il faut bien insister sur le fait que si on change "l'économie générale" du système, on prend certains risques, qu'il est important d'évaluer. Par exemple si on demande plus d'efforts aux étudiants, ils seront peut-être plus exigeants à la sortie.

Pour dire les choses de façon caricaturale, peut-être vaut-il mieux rester superficiel pendant les études et de s'investir ensuite, peut-être ce qu'on a "mal" appris ainsi suffit-il ?

Peut-être cela dépend-il des professions ultérieures, des personnalités ?

II Réflexions sur certains mécanismes d'apprentissage et sur les divers possibles côté enseignement

On peut amener ces réflexions par des analyses de projets de séances de TD, ou par des observations en TD (avec éventuellement une analyse a priori).

a) côté apprentissage

Il peut être intéressant d'aborder, éventuellement de façon pluridisciplinaire, quelques questions sur ce sujet.

Il nous semble important de faire la preuve avec les moniteurs que ce n'est pas parce que l'enseignant explique clairement que les étudiants moyens de DEUG comprennent.

Ce n'est pas non plus en simplifiant à outrance l'enseignement ou en baissant trop le niveau des exigences qu'on aide les étudiants, même si dans un premier temps il peut y avoir de meilleures réussites apparentes.

* On peut donner à ce sujet l'exemple de l'enseignement des suites : on a trouvé dans des réponses d'étudiants sur la définition des suites convergentes des modèles erronés, qui ne correspondent à aucune explication de l'enseignant et qui sont pourtant très stables, qui résistent même à la "correction" d'exercices résolus de façon fautive (et encore en deuxième année, avec les séries). En particulier un quart des étudiants de DEUG confondent dans leurs explications suites convergentes et suites monotones bornées, et on ne peut soupçonner aucun enseignant d'avoir énoncé des choses pareilles. Par contre on a vérifié que la grosse majorité des exercices proposés à ces étudiants peuvent se résoudre avec ce seul théorème des suites monotones bornées, et tout spécialement les problèmes donnés en examen. De là à penser qu'on n'a pas présenté assez de situations variées aux étudiants, et ce pour leur simplifier la tâche, il n'y a qu'un pas qu'on peut inviter les moniteurs à considérer...

En revanche, on peut aussi discuter du fait que, vu l'âge des étudiants, on peut utiliser avec eux des ressources différentes, comme le discours métamathématique (sur les mathématiques), une certaine autonomie, une responsabilisation plus grande par rapport à l'apprentissage etc...

Une analyse des expériences de débat scientifique (pratiqué à l'université de Grenoble en DEUG) peut être menée pour illustrer cette possibilité de

restituer aux étudiants un rôle dans la construction de leurs propres connaissances.

La pratique des projets (université de Lille) joue sur le même type de leviers.

b) y a-t-il vraiment des choix pour l'enseignant, lesquels, à quelles conditions ?

Il s'agit d'aborder un problème non résolu entièrement et fort délicat : est-ce qu'on est sûr qu'il y a des différences dans les apprentissages selon les modes d'enseignement ? Et sur quoi cela peut-il porter ?

On peut à ce propos détailler un ou deux exemples de séquences où les auteurs prétendent enseigner "autrement", en analysant soigneusement

- la forme de l'enseignement (le rôle du professeur, le contrat explicite énoncé par le professeur, la forme du travail proposée, les productions éventuelles qui sont demandées...)
- les énoncés (la présence de questions ouvertes, la nécessité d'étapes intermédiaires, indiquées ou non...)
- ce qui reste à faire aux étudiants (conjectures (et s'il y en a les moyens que les étudiants ont pour se donner des idées), choix (méthodes indiquées ou non), changements de points de vue, de cadres, de stratégie, contrôles (qui peuvent ou non servir)...))
- l'évaluation des résultats de l'expérience qui est apportée par les auteurs (que ce soit une prévision de ce qui peut se passer ou une évaluation effective).

Les grands axes de ce qui peut varier d'un enseignement à l'autre peuvent être présentés de la façon suivante :

- * organisation globale de l'enseignement, répartitions des cours et des TD
- * contenus des activités, formes des activités
- * utilisation du registre métamathématique dans l'enseignement (méthodes en particulier)
- * formes des évaluations

Si on veut problématiser plus l'enseignement par exemple, associer les étudiants à une démarche scientifique, on peut renverser l'ordre cours/TD

et laisser sur certains sujets l'initiative aux étudiants.

On peut aussi les faire travailler de manière plus autonome, en petits groupes par exemple et sur des problèmes difficiles.

On peut utiliser un discours métamathématique (soit pour problématiser l'enseignement, soit pour donner des idées générales sur ce que c'est que faire des mathématiques et/ou les apprendre, soit encore pour justifier tel choix de problème, ou bien pour donner des méthodes générales, des heuristiques, ou alors pour donner des méthodes plus particulières, adaptées à tel ou tel domaine).

On peut aussi faire utiliser des logiciels, par exemple sur la résolution qualitative des équations différentielles.

De nombreux exemples peuvent être développés si ce n'est observés, une bibliographie commentée (jointe en annexe) peut être fournie aux moniteurs.

Dans tous les cas, il nous semble indispensable de souligner trois choses aux moniteurs :

1) Si on veut changer quelque chose dans son enseignement, il faut prévenir les étudiants, et il faut que tout ce qui est dit et fait par le professeur soit cohérent avec ce changement (c'est à dire qu'il faut que le contrat entre les élèves et l'enseignant soit explicite, clair et non contradictoire)

2) Si l'évaluation des étudiants (contrôles, partiels, examens) ne relaie pas ce changement, il ne se passera rien, ou même cela se passera mal. En particulier si dans un seul groupe de TD on essaie de faire réfléchir plus les étudiants, on va à un autre rythme, on privilégie le fait de trouver, et si, à l'examen, comme il n'y a pas besoin de tout cela, les étudiants des autres groupes, qui ont appris plus classiquement, ont de meilleures notes, cela peut avoir de très mauvaises conséquences pour la suite. Autrement dit, il est presque impossible de changer tout seul.

3) Enfin, il se peut que certains changements soient insuffisants pour inverser les choses, en particulier pour lier apprentissage et réussite, même si cela se passe bien, si tout le monde est content du déroulement quotidien de l'enseignement.

Inversement certains changements efficaces sont mal vécus par les

étudiants, qui trouvent par exemple trop important l'effort qui leur est demandé.

III Acquisitions de techniques liées à l'enseignement supérieur et à la recherche

Il peut être intéressant de revenir avec les moniteurs sur les activités suivantes, par exemple à l'occasion d'exposés faits par les moniteurs sur leurs propres recherches :

- * exposer à un niveau donné (par exemple à des mathématiciens non spécialistes d'un domaine)
- * structurer un exposé, annoncer le plan, dégager ce qui est important, le problème posé, d'où il vient, les méthodes utilisées, ce qu'on a gagné, la portée et les limites des résultats, penser à la bibliographie ...
- * utiliser un rétroprojecteur, un datashow, un tableau ...

On pourra indiquer les traitements de textes habituellement utilisés en mathématiques, et citer les règles de rédaction (en ce qui concerne les conventions pour les bibliographies entre autres). On pourra insister sur le fait qu'il est important de mettre tout de suite sur traitement de textes les rédactions même provisoires, et la bibliographie...

On peut aussi penser à une initiation aux différents logiciels de mathématiques utilisables dans l'enseignement supérieur.

Le cas échéant, on pourra utiliser des techniques de micro-enseignement (enregistrements au magnétoscope ou au magnétophone).

Eléments de bibliographie

Beaucoup d'éléments de bibliographie intéressants sont réunis dans la brochure de la commission InterIrem université signalée ci-dessous. Nous n'avons pas signalé les bibliographies faisant double emploi avec cette publication. On peut aussi consulter utilement le rapport de la sous-commission qui a travaillé sur les premiers cycles du supérieur.

Artigue M. (1989) L'enseignement des différentielles en mathématiques et en physique, Brochures IREM Paris 7 n°74 et 76, Université Paris 7

Artigue M. (1987) Une section de DEUG SSM première année (84-85), Brochure IREM Paris 7 n°63, Université Paris 7

Commission InterIrem Université (1990) Enseigner autrement les mathématiques en DEUG A première année, Brochure CI2U

Dorier J.L. (1990) Enseigner l'algèbre linéaire en première année de DEUG SSM, Cahier de Didirem n°6, IREM, Université Paris 7

Dorier J.L. (1990) Analyse historique de l'émergence des concepts élémentaires d'algèbre linéaire, Cahier de Didirem n°7, IREM, Université Paris 7

Douady R. (1986) Jeux de cadres et dialectique outil/objet, Recherches en didactique des mathématiques Vol 7.2

Jarraud P. (1985, 1986) Travaux dirigés sur micro-ordinateurs en DEUG SSM, Première et deuxième parties, Cahiers de didactique des mathématiques n°35 et 45, IREM, Université Paris 7

Jarraud P. (1990) Innovation pédagogique et représentations des étudiants, Cahier de Didirem n°8, IREM, Université Paris 7

Legrand M. et al. Une séquence d'enseignement sur l'intégrale en DEUG A première année, Cahier de didactique des mathématiques n°22, IREM, Université Paris 7

Robert A. (1984) L'acquisition de la notion de convergence des suites numériques dans l'enseignement supérieur, Recherches en didactique des mathématiques Vol 3.3

Robert A. et F. Boschet (1985, 1986) L'acquisition des débuts de l'analyse sur \mathbb{R} dans une section ordinaire de DEUG, Cahiers de didactique des mathématiques n°7 et 18-0, -1, -3, IREM, Université Paris 7

Robert A. (1987) De quelques spécificités de l'enseignement des mathématiques dans l'enseignement post-obligatoire, Cahier de didactique des mathématiques n°47, IREM, Université Paris 7

Robert A. et Tenaud I. (1989) Une expérience d'enseignement de la géométrie en Terminale C (enseignement de méthodes et travail en petits groupes) Recherches en didactique des mathématiques Vol 9.2

Robert A. (1991) Un projet long d'enseignement (algèbre et géométrie - licence en formation continuée), Cahier de Didirem n°9, IREM, Université Paris 7

Robert A. (1991) Travaux d'étudiants en temps non limité (niveau licence) Brochure IREM n°80, Université Paris 7

Robinet J. (à paraître) Introduction de la convergence uniforme en DEUG deuxième année, Cahier de Didirem n°11, IREM, Université Paris 7

Robinet J. et Robert A. De la géométrie analytique à l'algèbre linéaire, Brochure IREM Paris 7 n°72, Université Paris 7

Rogalski M. (à paraître) Enseignement de l'algèbre linéaire au DEUG A première année (propositions d'enseignement), Cahier de Didirem n°12, IREM, Université Paris 7

Schoenfeld A. (1985) Mathematical problem solving, Academic Press

Pour tout renseignement sur les publications diffusées par notre IREM

Vous pouvez soit :

- Consulter notre site WEB

<http://www.irem-paris7.fr.st/>

- Demander notre catalogue en écrivant à

**IREM Université Paris 7
Case 7018
2 Place Jussieu
75251 Paris cedex 05**

TITRE :

Formation des moniteurs (Mathématiques)

AUTEUR (S) :

Perrin Daniel

Robert Aline

RESUME :

Les auteurs présentent de manière très générale ce que pourrait être une formation à l'enseignement supérieur en mathématiques.

MOTS CLES :

Formation des moniteurs en mathématiques

Editeur : IREM

Université PARIS 7-Denis Diderot

**Directeur responsable de la
publication : M.ARTIGUE**

Case 7018 - 2 Place Jussieu

75251 PARIS CEDEX 05

Dépôt légal : 1991

ISBN : 2-86612-153-8