

MAHA ABOUD BLANCHARD

**Dix ans après, l'outil informatique a-t-il trouvé son chemin
vers la classe de mathématiques ?**

Publications de l'Institut de recherche mathématiques de Rennes, 1994-1995, fascicule 3
« Fascicule de didactique des mathématiques et de l'E.I.A.O. », , exp. n° 5, p. 1-19

http://www.numdam.org/item?id=PSMIR_1994-1995__3_A4_0

© Département de mathématiques et informatique, université de Rennes,
1994-1995, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la série « Publications mathématiques et informatiques de Rennes » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

DIX ANS APRES, L'OUTIL INFORMATIQUE A-T-IL TROUVE SON CHEMIN VERS LA CLASSE DE MATHEMATIQUES ?

Maha ABOUD BLANCHARD
Equipe DIDIREM - Université Paris 7

Cet article est une présentation non exhaustive d'un travail de thèse soutenu en décembre 1994 : « L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptômes d'un malaise ».

Dix ans après le lancement du plan Informatique Pour Tous (IPT) en 1985, plan qui marque institutionnellement le début de la phase de « grande » diffusion des outils informatiques dans l'enseignement, force est de constater que l'intégration effective de ces outils dans l'enseignement des mathématiques reste limitée. Quels sont donc les obstacles que rencontre l'institution à réaliser son projet ? Pourquoi sont-ils résistants ? Comment les expliquer et essayer de les surmonter ?

Face à de telles questions, on ne peut s'empêcher de vouloir préciser le sens à donner au mot intégration. Evidemment, on peut prendre la notion d'intégration dans un sens statistique, son niveau est alors mesuré à travers des indices comme : l'importance de l'équipement des établissements scolaires ainsi que le nombre de logiciels de mathématiques sur le marché ou bien la fréquence ou la durée d'utilisation de ces équipements par les enseignants. Mais, ces indices nous révèlent-ils les effets sur les pratiques enseignantes et sur les apprentissages des élèves ? Et à partir de quels critères pourrait-on supposer que cette intégration n'est plus périphérique mais ancrée profondément dans l'enseignement ?

Sans vouloir donner une définition formelle de ce terme, précisons que pour nous **intégration** implique **imbrication et articulation**. Or ce qui nous semble le plus courant dans les utilisations actuelles de l'outil informatique dans l'enseignement, à quelques exceptions près, c'est une sorte d'insertion épisodique ou de juxtaposition plus qu'une véritable intégration.

Dans notre recherche nous parlons donc d'intégration et non d'insertion car notre objectif est justement de cerner les contraintes qui empêchent cette intégration ainsi que de réfléchir aux stratégies pour surmonter les difficultés rencontrées.

1. Présentation globale de la recherche

Pour étudier dans une **perspective didactique** la question des obstacles à l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques, nous avons privilégié trois pistes de recherche.

Dans un premier temps, nous avons exploré la piste « qualité des logiciels », cet argument étant l'un des plus régulièrement évoqués par les utilisateurs potentiels de l'outil informatique que sont les enseignants.

Les résultats obtenus dans ce premier temps de la recherche nous ont conduit dans un second temps à explorer la piste « enseignant », ce qui nous a conduit dans un troisième temps à interroger la piste « formation des enseignants aux Utilisations Pédagogiques de l'Ordinateur (UPO) ».

La recherche s'est de ce fait déroulée en trois phases :

1) La question que nous nous sommes posée tout au long de la première phase et qui correspondait à la première piste de recherche était la suivante : comment évaluer un logiciel et quels critères se donner pour le rejeter ou l'intégrer à un enseignement de mathématiques ?

A l'issue de cette première phase de la recherche nous avons proposé l'hypothèse suivante :

L'évolution de la qualité des logiciels ainsi que celle du matériel informatique ne peut améliorer à elle seule que superficiellement l'état de l'UPO. Si elle n'est pas associée à une évolution des stratégies pédagogiques, l'utilisation de machines plus performantes et de logiciels innovants, ne changera que peu la situation ambiante.

Dire évolution c'est dire **variabilité**, mais nous pensons qu'il y a des éléments **stables** dans les causes de la faible pénétration des produits informatiques dans l'enseignement des mathématiques.

Un facteur permanent nous semble être l'attitude et les compétences des enseignants dans le domaine de l'UPO :

- Sont-ils convaincus de l'efficacité d'un enseignement utilisant des outils informatiques par rapport à un enseignement papier-crayon traditionnel ?
- Savent-ils se servir de l'informatique là où elle apporte ou semble apporter réellement un plus par rapport aux outils traditionnels de l'enseignement ?
- Ont-ils les moyens d'analyser les possibilités des logiciels existants par rapport aux problèmes rencontrés dans leur enseignement ?
- Sont-ils sensibilisés à la non-transparence des environnements informatisés ?
- Savent-ils gérer la variété des modes d'intégration des outils informatiques dans leur enseignement ?
- Est-ce que la formation qu'ils ont reçue et qu'ils reçoivent leur fournit un bagage suffisant pour concevoir des situations d'enseignement intégrant l'outil informatique gérables avec succès en temps réel ?
- Sont-ils préparés à (sur)vivre au milieu d'outils pédagogiques en évolution rapide ?

Bref, quelle maîtrise ont-ils de l'instrument informatique pour remplir leurs tâches d'enseignement de manière plus efficace (à leurs propres yeux), sans trop augmenter par ailleurs leur charge de travail ?

Si la maîtrise de l'instrument est une tâche en elle-même coûteuse, qui s'ajoute à la tâche d'enseigner, elle a toute chance d'être marginalisée par l'enseignant, excepté s'il peut en espérer des retombées substantielles.

Ces questions, ainsi que d'autres de même nature, ont été le noyau de la deuxième et la troisième phases de notre travail.

2) Notre objectif au cours de la seconde phase a été de confronter notre approche a priori (première phase) aux mécanismes réels que les enseignants mettent en oeuvre pour accepter ou rejeter un logiciel ainsi que pour préparer le scénario d'une ou de plusieurs séances d'enseignement intégrant cet outil informatique.

Pour identifier ces mécanismes dans une démarche parallèle à notre propre démarche, nous avons construit un outil méthodologique et expérimental sous forme d'une grille d'analyse adaptée aux logiciels déjà choisis et manipulés pendant la première phase, incluant des éléments d'analyse didactique qui permettraient d'identifier les variables didactiques des logiciels et des tâches qu'ils proposaient ou favorisaient ainsi que de rentrer dans le détail de la prévision de scénarios d'enseignement intégrant ces logiciels.

Les premières expérimentations que nous avons réalisées après la construction de la grille, ont eu lieu avec des enseignants engagés dans des actions de recherches en didactique des mathématiques, ou de formation IREM, c'est-à-dire avec un "public privilégié" et à profils variés tant du point de vue informatique que didactique. Ces expérimentations ont donné lieu à des résultats locaux correspondant aux différents profils, et à des résultats comparatifs plus significatifs. Elles nous ont également amenée à remanier la grille.

Dans un deuxième temps, nous nous sommes tournée vers les stages UPO pour y effectuer des expérimentations avec les stagiaires. Les difficultés rencontrées alors nous ont conduite à centrer l'analyse sur la position des enseignants stagiaires par rapport à la formation. Ceci nous a essentiellement amenée à élaborer une catégorisation non exhaustive des stagiaires articulée autour de leurs attentes, de leur degré d'aisance en environnement informatique ainsi que de leurs réactions et leurs réponses aux questions de la grille.

3) La troisième phase s'est présentée comme incontournable suite à l'arrêt que nous avons marqué à la fin de la deuxième phase sur la catégorisation des stagiaires. Cette catégorisation ayant constitué un premier éclairage sur le système de formation continue aux UPO, dans la dernière phase du travail nous avons essayé de développer un autre type d'éclairage consistant à zoomer sur les profils des formateurs et les contenus/pratiques de formation dans le domaine de l'UPO.

Cette étude a été essentiellement basée sur des observations factuelles et des recherches bibliographiques. Les méthodes que nous avons employées ont été : l'élaboration de typologies, le repérage de constantes possibles dans les contenus et les pratiques de formation, et celui des variables éventuelles.

C'est ce dernier travail que nous nous proposons de détailler dans la suite de notre article.

En effet, tout en restant à un stade exploratoire, nous pensons que ce travail forme une entrée dans le système de formation UPO visant deux pôles : les formateurs et les pratiques-contenus de formation, en liaison avec le troisième pôle : les stagiaires.

A partir de ces données exploratoires, à caractère essentiellement méthodologique, nous espérons contribuer à ouvrir un chantier de recherche dans la didactique des mathématiques à composante informatique.

2. Repérages dans le système de formation continue des enseignants aux UPO

Soulignons pour commencer que les travaux de didactique des mathématiques portant spécifiquement sur l'enseignant et sa formation ont connu en France un développement récent (contrairement aux recherches portant sur les situations didactiques et les acquisitions mathématiques des élèves) Ils n'offrent pas encore, nous semble-t-il, les ancrages conceptuels et méthodologiques nécessaires pour fonder et guider efficacement une recherche approfondie dans le champ de la formation des enseignants aux UPO. Le premier regard que nous avons pu avoir sur ce champ de recherche nous a d'ailleurs laissé une impression forte de complexité et de flou.

De ce fait, il nous a semblé indispensable de privilégier la diversité du recueil des données et la recherche la plus large possible des phénomènes didactiques identifiables à l'intérieur de ce système de formation.

Nous avons ainsi privilégié deux types d'approche : une étude bibliographique et une enquête sur le terrain à travers des entretiens libres avec des formateurs.

a) ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Recueil de données

Les documents que nous avons répertoriés, jusqu'au début 1994, se présentent sous trois aspects différents :

1) Des publications sous forme d'articles dans des revues spécialisées ou des bulletins d'associations d'enseignants, notamment le bulletin de l'association Enseignement Public et Informatique (EPI¹), ainsi que sous forme de communications relevées des actes d'universités d'été, de colloques et de journées tous consacrés à l'informatique dans l'enseignement des mathématiques.

2) Des annonces de stages UPO, notamment au niveau académique qui paraissent tous les ans dans les PAF².

¹Association fondée en 1971. Son bulletin est mensuel.

²Plan Académique de Formation.

3) Des productions régionales et nationales (IREMs, CREEM, DLC, MAFPEN, CRDPs) qui se présentent sous forme de comptes rendus de stages ou de documents proposant à l'enseignant et au formateur des panoplies de situations d'enseignement pouvant être construites avec des logiciels commercialisés.

En revanche, nous n'avons pas trouvé, comme nous l'avons déjà souligné, de travaux de recherche (français³) proprement dits sur le sujet.

Soulignons également que le système de formation continue aux UPO, au moment où nous avons commencé l'étude bibliographique (1990), était très peu abordé dans la littérature scientifique. Depuis, on a assisté à un intérêt croissant pour les questions concernant ce système. Ceci s'est traduit, d'une part, par une augmentation du nombre des publications, d'autre part, par l'organisation de colloques et d'universités d'été centrés sur ces questions, aussi bien au niveau de la formation des enseignants que de celle des formateurs. Citons par exemple, un premier colloque organisé (en 1992) par l'INRP et l'association EPI autour du thème de "L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants".

Pour expliquer cet intérêt croissant, nous avançons deux hypothèses :

- La réflexion dans ce domaine est arrivée à un stade de début de maturation, succédant normalement aux périodes de l'action directe et du commencement de prise de distance par rapport à l'action.

En effet, il y a certainement une expérience acquise qui, vu les résultats moyens obtenus dans l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement, incite à se questionner sur l'efficacité des pratiques de formation.

- La mise en place (1991-92) d'une formation initiale, à statut universitaire, à côté des formations continues traditionnelles, à travers la création des Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM). Le renforcement de la formation initiale des enseignants a ainsi multiplié le nombre des actions dans le domaine des UPO et changé les données du problème en ne les limitant pas à de seuls volontaires.

³En revanche, nous avons eu accès à deux recherches non françaises qui ont alimenté notre réflexion :

- La première, anglaise, menée par Hoyles, Noss & Sutherland sous le titre : "Microworlds Project" (cf. bibliographie). Elle porte sur la conception d'un "cours" (de 30h) de formation d'enseignants à l'intégration d'outils informatiques, sur l'enseignement de ce cours pendant 3 ans (86-89) dans le cadre de la formation continue des enseignants, sur le repérage des pratiques des enseignants stagiaires, avant, pendant et après le stage, pour aboutir à une identification de profils génériques d'enseignants utilisateurs de l'outil informatique.

- La deuxième, américaine, menée par Allen, Cederberg & Wallace sous le titre : "L'intégration de l'ordinateur dans l'enseignement de la géométrie par le développement et l'utilisation des scénarios" (cf. bibliographie). Elle consiste en un projet (de deux ans) de formation en deux étapes. Au cours de la première étape, les chercheurs forment dix enseignants à l'utilisation de logiciels choisis. Au terme de la formation, ils leur demandent de construire des scénarios d'enseignement autour de ces logiciels et d'expérimenter ces scénarios dans leurs classes. Au cours de la deuxième étape, chacun de ces dix enseignants servira de "guide" à quatre autres enseignants, il leur fournira dans un premier temps les scénarios élaborés pendant la première année, ensuite il leur demandera de préparer à leur tour d'autres scénarios. Tout ce processus pyramidal est suivi et surveillé par les chercheurs eux-mêmes.

D'autre part, l'ambiance de controverse qui a accompagné la création des IUFMs fait que les formations qui y sont dispensées sont, plus que d'autres organisées par des institutions mieux reconnues, astreintes à "prouver" leur efficacité.

Ces contraintes de la formation initiale ne sont certainement pas sans retombées sur la réflexion en matière de formation, de façon globale.

Actuellement, de plus en plus de travaux de recherches s'orientent vers les systèmes de formation des enseignants en général, et celui de la formation aux UPO en particulier. Citons par exemple, la recherche (en cours) conjointe de l'équipe de didactique des mathématiques de Grenoble et de l'INRP sur les pratiques de formation : "Etude des conditions de reproductibilité et de transfert d'innovation, le cas des environnements informatiques pour la formation". Témoigne, également de ces orientations vers le système de formation en général, la création d'un groupe "Enseignant" au sein du GDR (Groupement De Recherches) Didactique au CNRS et le fait qu'une part importante des activités de ce groupe est consacrée à des recherches portant directement sur la formation des enseignants. Les premiers résultats de certains de ces travaux viennent confirmer certaines des hypothèses qui seront avancées dans ce qui suit, et donner des éléments qui permettront d'éclaircir, nous l'espérons, certaines questions restées ouvertes.

Quelques résultats

L'analyse que nous avons faite des données fournies par l'ensemble des documents met en évidence une évolution sensible dans la formation entre les débuts du plan IPT et les années les plus récentes. Cette évolution est sensible dans les intitulés de stages, et plus encore dans les textes généraux qui accompagnent la formation : introduction de brochures, articles généraux. Elle est surtout sensible dans les productions où la formation apparaît liée à des pratiques de recherche didactique (il s'agit généralement de recherches sur l'UPO plus que sur la formation), que des chercheurs y contribuent directement ou que les liens entre formateurs et chercheurs soient étroits. Elle est moins sensible, il faut le souligner, au niveau de la présentation même de situations d'enseignement en environnement informatique, présentation qui constitue le noyau dur des publications analysées. A ce niveau, on note une réelle difficulté à se détacher des modes de présentation qui relèvent essentiellement du registre descriptif (description du scénario, description éventuelle et rapide de réalisations effectives) pour rentrer dans des analyses conformes aux exigences qui transparaissent dans les textes généraux.

Il y a un réel obstacle⁴ à surmonter des modes de description, économiques, usuels, qui donnent l'apparence d'un produit "clé en main", avec parfois fiche(s)-élève et fiche-professeur, pour rentrer dans des catégories d'analyse qui permettraient réellement aux stagiaires de comprendre quels sont les ressorts de ces situations et quelles en sont les variables clefs, qu'apporte l'outil informatique et quelles

⁴ Dans certaines productions d'équipes, intégrant des chercheurs en didactique, ultérieures à notre étude bibliographique, on commence à voir une certaine évolution dans les modes de présentation des situations.

sont ses limites, quelle « expertise UPO » la gestion de ces situations demande et comment penser leur intégration dans un processus d'enseignement. Tout se passe comme si la présentation de situations d'enseignement en environnement informatique à travers ces modes de description portait tout en elle-même : le contenu par rapport à l'élève, la situation didactique et la gestion de cette situation.

La prise de conscience de la nécessité de dépasser ce type de modes de description est en fait plus présente dans les textes généraux accompagnant les documents de formation ou écrits à propos de la formation que dans les présentations de situations elles-mêmes. Elle est de plus sensible surtout dans les productions où la formation apparaissait liée à des pratiques de recherche didactique.

b) *TYPOLOGIE DES DYADES : (FORMATEURS ; CONTENUS/PRATIQUES DE FORMATION)*

Introduction

Dans cette partie nous présentons notre essai de synthétiser les informations recueillies au cours d'échanges avec des formateurs tout en nous appuyant sur les données et les résultats de l'étude bibliographique précédente.

Pour faire cette synthèse, il nous a semblé intéressant de suivre une démarche classificatrice.

Toutefois, nous n'avons pas élaboré (puis croisé) deux classifications séparées, une concernant le pôle "formateur" et une autre le pôle "contenus/pratiques de formation", car nous avons relevé une forte dépendance entre ces deux pôles dans le système actuel de formation aux UPO en mathématiques.

En effet, les contenus de formation aux UPO sont encore fortement personnalisés et peu décontextualisés. Ceci est dû, nous semble-t-il, au fait que les savoirs dans ce domaine ne sont pas, pour l'instant, des savoirs institutionnalisés. On peut envisager pour ce phénomène diverses explications. Nous en retiendrons deux non indépendantes relevant de l'organisation des formations et du statut des formateurs.

a- Le statut des formateurs

Les formateurs aux UPO sont en général des enseignants ayant acquis une certaine compétence "reconnue" dans le domaine des UPO. Mais quelle est la formation d'un tel formateur, et à partir de quels degrés de compétence et d'expertise, un enseignant est-il jugé (et par qui ?) apte à former d'autres enseignants aux UPO ?

Nos discussions avec certains enseignants formateurs nous laissent penser que la réponse à cette question est très variable, parfois arbitraire : enseignant ayant suivi "un stage lourd"⁵ en informatique,

⁵Nous citons à ce propos G.L. Baron qui a étudié, dans sa thèse (*Baron, 89*), le cas de ces "formés lourds" qui ont joué un rôle important dans les différentes formations à l'informatique dans l'enseignement : "(...), un système cohérent de formation continue approfondie à l'informatique pour les enseignants de second degré est mis en place à partir de 1970. L'hypothèse explicite est qu'une fois formés, ces professeurs sauront spontanément tirer

auteur(s) d'un logiciel reconnu intéressant pour l'enseignement, enseignant ayant suivi plusieurs formations aux UPO et étant "reconnu" comme ayant réussi l'intégration régulière des outils informatiques dans son enseignement, etc...

La donnée qui nous paraît la plus évidente, à ce sujet, est qu'un enseignant pratiquant l'enseignement en environnement informatique devient formateur aux UPO par cooptation, et qu'il n'y a pas institutionnellement, dans ce domaine, une formation formelle au métier de formateur.

b- L'organisation des formations

Au sein de chaque académie, les stages assurés subissent les lois de l'offre et de la demande :

Des enseignants formateurs proposent (pour l'année à venir), dans le cadre de la MAFPEN, des stages ayant des contenus qu'ils ont eux-mêmes élaborés, seuls ou en équipes. Ces stages sont soumis à l'approbation des commissions spécialisées avant d'être publiés dans le PAF de l'académie correspondante. Une fois publiés (dans les B.O. pour les stages nationaux), les stages sont retenus ou annulés en fonction de l'importance de la demande des enseignants.

Ce cheminement d'un stage à partir de sa conception par un formateur, ou une équipe de formateurs, jusqu'à la réalisation effective sur le terrain nous conduit à nous interroger sur les modes de contrôle et d'évaluation des contenus des stages.

Les rapports de stages auxquels nous avons eu accès ne rendent pas compte d'une évaluation, au moins écrite, de ces stages. Les informations que nous avons pu avoir montrent qu'une réponse à cette interrogation est encore vague : contrôle institutionnel (I.P.R.), contrôle de la formation nationale de formateurs par le bureau DITEN B2⁶ du Ministère de l'Education Nationale, contrôle des stages IREM par les responsables des IREMs, autocontrôle et autoévaluation des formateurs eux mêmes, avis des stagiaires, etc...

Nous nous retrouvons donc dans un état relativement confus, reflet de l'absence de maturité du domaine (flou artisanal), tout à fait explicable dans un domaine (UPO) encore relativement nouveau dans l'enseignement et plus encore dans la formation. Cela ne signifie pas pour autant qu'une institutionnalisation et un contrôle aboutissant à des normes perfectibles, seraient la réponse aux constats que nous venons de faire.

le meilleur parti pédagogique de leur formation, pourvu qu'ils aient les moyens de mener une recherche à laquelle ils n'ont d'ailleurs pas été particulièrement préparés par leur stage de formation. Un des effets le plus notables de cette politique de formation sera de créer un noyau d'acteurs ayant une compétence réelle en informatique, et de permettre le développement d'une informatique pédagogique.

(...) Les opérations de développement ont nécessité des cadres qui, en l'absence de compétences suffisantes parmi le personnel traditionnel d'encadrement, ont été recrutés parmi les plus anciens "formés lourds" : soit au niveau national (dans les différentes structures qui se sont mises en place après 1981), soit au niveau régional, les différents recteurs d'académies s'entourant de "cellules informatiques".

Ensuite, un nombre non négligeable de professeurs ont été recrutés comme formateurs (d'abord nationaux, puis académiques), et ont, au début au moins, bénéficié de décharges complètes d'enseignement pour former leurs collègues dans les stages de formation d'utilisateurs (de l'informatique).

Ils ont ainsi eu accès à des fonctions de formation d'adultes tout en acquérant un statut d'expert en informatique.

⁶Bureau des Technologies Nouvelles pour l'Enseignement, anciennement DLC 15.

Cet état de fait implique donc la dépendance "intime" entre les formateurs et les contenus/pratiques des formations qu'ils assurent. Le formateur met, en général, en oeuvre un contenu dont il se sent pleinement le concepteur (même s'il a subi des influences externes, par exemple, dans le cadre d'un travail en équipe), alors que, rappelons-le, dans le système d'enseignement, l'enseignant transmet un savoir dont il n'est pas le concepteur. Il procède ainsi à sa propre légitimation du savoir qu'il transmet, d'autant plus que, comme nous venons de le voir, la légitimation externe n'existe pratiquement pas.

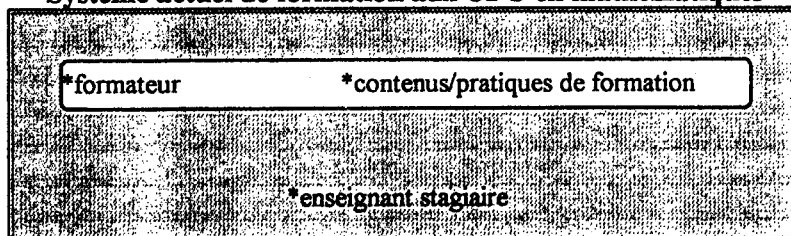
Nous retenons également une contrainte liée aux représentations du formateur à propos de son action : un enseignant formateur aux UPO est supposé avoir réussi à intégrer l'outil informatique dans son propre enseignement et être convaincu de son utilité. Il lui revient de transmettre cette conviction et un certain niveau de compétences à son public stagiaire.

De plus, vu l'arbitraire qui domine dans les procédures d'accès au statut de formateur, la position d'un tel enseignant n'est pas assurée dans le système de formation, sa légitimité en est fragilisée. Il est d'autant plus soumis à la contrainte "institutio-consumériste" : satisfaire les personnes qui l'ont chargé d'assurer la formation et donner satisfaction aux consommateurs présumés de ses produits (les enseignants stagiaires), contrainte qu'il doit gérer pour assurer sa survie dans le système.

Ces contraintes vont avoir des répercussions évidentes sur la nature des formations assurées. En effet, plus les problèmes d'intégration effective de l'outil informatique dans l'enseignement sont mis en évidence, plus le formateur rencontre des résistances, et plus, puisqu'il a lui-même réussi à surmonter ces difficultés dans son propre enseignement, il est tenté d'adopter une position militante où la formation qu'il assure est plus liée à ses propres pratiques (réussies) d'enseignant dans ce domaine ; et plus il adopte une position militante, moins il est capable de la distanciation par rapport à ses propres pratiques, nécessaire à une formation efficace. Nous assistons ainsi à un phénomène de cercle vicieux où peuvent s'auto-renforcer certaines pratiques de formation, même si elles se révèlent peu adaptées.

La réunion de tous ces facteurs nous a conduite à amalgamer les deux pôles, formateur & pratique/contenu de formation, en un seul dans notre représentation du système actuel de formation aux UPO en mathématiques :

Système actuel de formation aux UPO en mathématiques



Tenant compte de ces différents facteurs, nous avons essayé de dégager le côté opérationnel des données factuelles que nous avons collectées à travers l'étude bibliographique précédente et des témoignages de formateurs aux UPO, en procédant à une typologie des dyades (formateurs ; contenus/pratiques de formation).

Des stratégies de formation

Avant de présenter notre typologie, nous préférons nous arrêter sur une thèse en didactique des mathématiques qui a été soutenue et publiée en 1994, celle d'A. Kuzniak (Kuzniak, 94). Ce travail de thèse porte sur : "Les stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré".

Même si cette recherche concerne un domaine de formation relativement éloigné de celui que nous sommes en train d'étudier, il s'est avéré qu'elle croise à plusieurs reprises la classification que nous-même avons élaborée. C'est pourquoi nous allons présenter d'abord les grandes lignes de cette recherche pour passer ensuite à notre propre typologie, en essayant de mettre en évidence le croisement ou l'articulation des deux travaux.

Dans sa thèse, A. Kuzniak essaie de clarifier les stratégies de professionnalisation, mises en oeuvre pour former en mathématiques les maîtres du premier degré, en les regroupant en trois grandes familles. A cet effet, on peut lire ce qui suit dans la conclusion de sa thèse : "*Nous pensons être parvenu à regrouper l'ensemble des prises de décision des formateurs que nous avons pu percevoir en quelques grandes familles de stratégies. Pour cela, nous avons recherché les priorités apparentes dans certains choix de formation.*" Ces trois grandes familles sont :

1- "*Les stratégies basées sur la monstration*. Les savoirs pédagogiques et la manière d'enseigner sont considérés comme montrables. Nous avons distingué deux types de stratégies dans cette famille :

Le premier privilégie l'observation en classe comme mode de formation.(...) "Il initie graduellement le formé en lui donnant à observer les éléments constitutifs du milieu où il va exercer. Ce mode de formation par petites touches est susceptible de s'intégrer dans d'autres stratégies qu'il contribue alors à illustrer."

"Le second type a une portée plus globale et constitue la forme la plus homogène des stratégies de monstration. Cette fois, la formation résulte des interactions entre observation et action.

Deux modes de fonctionnement différents existent : Un mode artisanal où la formation est assurée par un conseiller pédagogique ou par celui-ci et un professeur. Cette forme dépend étroitement du modèle en acte fourni par le conseiller pédagogique. Un mode technologique qui va découper le savoir lié à la profession d'enseignant en tranches observables et susceptibles d'apprentissages

spécifiques. Le modèle sous-jacent est moins apparent pour le formé. Il apparaît dématérialisé et il réduit au savoir-faire d'un maître idéal."

En ce qui concerne la formation aux UPO, nous pouvons retenir une stratégie de monstration à mode artisanal, où le formateur montre son savoir-faire en montrant des situations d'enseignement en environnement informatique tirées de sa propre pratique d'enseignant.

2- *"Les stratégies basées sur l'homologie. Ces stratégies originales reposent sur l'homologie des structures supposées entre la formation des maîtres et la formation des élèves. Les formateurs qui suivent ces stratégies cherchent à assurer une cohérence entre leurs conceptions de l'enseignement et la pratique d'enseignant."*

"Le formateur bâtit des séances de formation pour ses étudiants qui placent ces derniers dans un rapport au savoir mathématique proche de celui qu'ils devront mettre en place avec leurs futurs élèves, une fois devenus enseignants. Nous avons été conduit à distinguer deux types d'homologie. Dans le premier, les formateurs proposent à leurs étudiants des situations pratiquement semblables à celles données aux enfants. Dans un deuxième type, les situations sont plus complexes et ne peuvent pas être réutilisées directement par les étudiants dans leurs futures classes."

"Ces stratégies privilégient la transformation des pratiques par la mise en action des formés, sans nécessairement faire prendre le temps de la réflexion."

Il nous semble que les stratégies basées sur l'homologie sont parmi les stratégies de formation aux UPO les plus courantes : on fait très souvent vivre aux stagiaires, totalement ou partiellement, les situations que l'on aimerait les voir intégrer dans leur enseignement ; sans doute parce que l'on estime ce type de prise de contact avec les situations nécessaire à leur compréhension et à leur intégration future (cf. typologie).

3- *"Les stratégies de transposition. Il s'agit des stratégies qui prennent appui sur des savoirs de référence bien précis qu'elles se proposent de transmettre. Faute d'une définition adéquate et stable de ces savoirs, ces stratégies n'ont plus rien d'évident et de naturel."*

"Les professeurs doivent donc effectuer une transposition de savoirs en évolution. Il est important de préciser qu'ils ont conscience de faire un travail d'adaptation pour enseigner un savoir en devenir. (...) Le formateur doit faire des choix et même définir son propre savoir de référence."

A. Kuzniak distingue deux niveaux de transposition : *"Le premier correspond à la transposition didactique ordinaire et concerne la transmission, aux étudiants, du savoir de référence choisi. La deuxième transposition est celle opérée par les étudiants lorsqu'ils deviennent à leur tour enseignants de mathématiques pour les élèves de primaire. Les stratégies de transposition se proposent de définir la première transposition et de contrôler la seconde."*

Il nous semble que les stratégies de transposition sont pratiquement inexistantes dans la formation aux UPO, ceci, comme nous l'avons déjà expliqué, étant lié au fait qu'il y a encore peu de savoirs de référence explicites et reconnus dans le domaine de l'UPO.

En revanche, nous pensons que, pour les trois familles de stratégies, l'enseignant formé doit opérer, quand il revient dans sa classe, une transposition du "savoir" qu'il a "acquis" au cours de la formation. Cette transposition est, dans l'état actuel des choses, complètement à la charge de l'enseignant.

Typologie des dyades (formateurs ; contenus/pratiques de formation)

Notre typologie⁷ dépend en premier lieu des valeurs prises par la variable suivante :

La capacité du formateur à dépersonnaliser les situations qu'il propose avec les logiciels qu'il utilise (surtout s'il a participé à la création de certains d'entre eux).

En effet, un formateur en UPO se base essentiellement (comme nous venons de le voir dans l'introduction précédente) sur des situations d'enseignement qu'il a lui-même construites, ou qui lui ont été transmises par des collègues et qu'il a transposé pour les utiliser dans sa classe. Il a transformé et amélioré ces situations au fil des utilisations. Pour exploiter ces situations dans la formation qu'il assure, il peut avoir trois niveaux d'approche :

Niveau 0 : Il peut penser qu'en présentant ces situations au cours de la formation (sans rentrer dans les détails de leur construction), il permettra au stagiaire de s'en emparer pour les utiliser dans son enseignement.

Niveau 1 : Il peut être conscient de la non-transparence de ces situations et alors essayer d'expliquer comment il les a construites, quelles sont les conditions nécessaires à un bon déroulement et les variantes envisageables pour s'adapter à des contextes différents.

Niveau 2 : Il peut construire (ou reconstruire) avec les stagiaires des situations et expliciter à chaque étape les questions que le stagiaire doit se poser pour les adapter à son propre enseignement. Ceci demande au formateur un travail d'analyse a priori l'obligeant à transformer ses expertises en des savoirs explicites. Or un formateur, dans ses pratiques usuelles d'enseignant, est rarement obligé d'avoir recours à ce niveau d'analyse. C'est pourquoi nous pensons que ce type d'activité suppose, en plus d'une expertise professionnelle importante en UPO, une certaine « compétence didactique ».

Les deux premiers niveaux vont être articulés autour de stratégies d'homologie et de monstration, alors que le troisième tout en pouvant se servir des deux stratégies précédentes mais y ajoute, de façon nécessaire, une stratégie de formation par transposition.

La stratégie la plus utilisée dans le système actuel de formation aux UPO est la stratégie basée sur l'homologie. Ceci résulte sans doute d'abord de la nouveauté de ce domaine dans l'enseignement, qui conduit à penser que tant que l'enseignant n'a pas vécu une situation d'enseignement en environnement

⁷Nous excluons de notre typologie les stages de formation à l'informatique comme discipline scolaire, ainsi que ceux de formation à l'utilisation de logiciels "généraux" non destinés directement à l'enseignement des mathématiques : tableurs, traitement de textes, bases de données, etc...

informatique, il n'arrivera pas à l'analyser et à l'intégrer dans son enseignement. Il faut distinguer ici deux types d'homologie:

- L'homologie qui vise à faire uniquement vivre la situation. Ce type d'homologie est caractéristique du "niveau 0" de dépersonnalisation.
- L'homologie qui vise à rentrer dans la situation pour ensuite effectuer une distanciation permettant l'analyse de cette situation. On retrouve ce type d'homologie dans les "niveaux 1 & 2" de dépersonnalisation.

Les stratégies d'homologie sont en général accompagnées (précédées ou suivies) par des stratégies de monstration. En effet, ces dernières stratégies font partie des traditions de fonctionnement par "imitation" du système de formation continue des enseignants. Elles correspondent donc parfaitement aux attentes des stagiaires qui sont habitués à ce fonctionnement.

Les stratégies de transposition correspondent uniquement au "niveau 2" de dépersonnalisation et sont, elles, très rares. Ceci nous semble dû, comme nous l'avons déjà dit, d'une part au fait que le savoir dans ce domaine n'est pas encore institutionnalisé, d'autre part au fait qu'elles demandent un niveau de réflexion et de maîtrise didactique que les formateurs ont rarement eu les possibilités ou les occasions de développer et qui, de plus, ne font pas actuellement partie des critères de recrutement des formateurs.

Tenant compte de ce qui précède, nous allons essayer, à travers les différents niveaux de "dépersonnalisation", de distinguer trois grands types des dyades (formateurs ; contenus/pratiques de formation) :

- la formation par "présentation" qui correspond au "niveau 0", type P,
- la formation par "intégration" qui correspond au "niveau 1", type I,
- la formation par "génération" qui correspond au "niveau 2", type G.

Type P : Formation consistant à présenter des logiciels éducatifs et des situations construites avec ces logiciels

L'objectif essentiel d'une telle formation est de présenter ou montrer un nombre de logiciels assez variés (ou un logiciel ayant beaucoup de potentialités, style logiciel outil) et des situations d'enseignement possibles avec ces logiciels (ou ce logiciel), situations assez riches en apport des outils informatiques par rapport à un enseignement papier-crayon.

Un scénario possible est le suivant :

Le formateur adopte, pour une situation, un début de stratégie d'homologie (faire vivre la situation) suivi d'une description de la situation. Il distribue une fiche synthétique (fiche-enseignant) où les "points essentiels" pour le déroulement de la séance sont mis en évidence ; cette fiche est en général

accompagnée de fiches-élève et d'une notice sur le fonctionnement du logiciel correspondant (ou au moins les caractéristiques de ce fonctionnement qui sont utiles dans la situation considérée).

Ce type de formation vit sur le principe de fournir au formé un vivier de situations diverses et riches où il pourra puiser pour préparer son propre enseignement en environnement informatique. Les croyances sous-jacentes à ce type de pratiques peuvent être les suivantes :

- Le formateur estime que la présentation (plus ou moins détaillée), en stage, d'une situation permet au stagiaire de "reproduire" la situation s'il respecte toutes les conditions données (produit fini livré avec son mode d'emploi). Il estime qu'il n'est pas nécessaire que le stagiaire rentre dans l'historique de la genèse de la situation et dans toutes les contraintes et difficultés qui l'ont accompagnée. C'est au formateur de lui épargner ce travail en lui délivrant l'essentiel.

Il pense que, puisque lui (n'oublions pas qu'il est expert UPO) arrive à s'approprier et à réaliser une situation qu'on lui présente, un stagiaire pourrait lui aussi, au terme de la formation, s'approprier les situations qu'on lui a présentées.

- Le formateur est conscient que le stagiaire risque de ne pas arriver à "reproduire" la situation dans sa classe, mais il ne connaît pas ou ne maîtrise pas le savoir qui lui permettrait de faire autrement. Continuer à assurer ce type de formation, lui permet d'avoir une relation formateur-formé raisonnable et de gérer la contrainte de la durée très limitée des stages, en plus des contraintes de survie dans le système (évoquées plus haut), qui ne lui permettent pas de "s'aventurer" dans un contenu/pratique qu'il maîtrise mal.

Il espère donc que l'enseignant fera après la formation une adaptation à son propre enseignement des modèles donnés au cours de la formation en essayant de se débrouiller à travers ses propres expertises d'enseignant.

Ce type de formation est celui qui nous semble le plus pratiqué actuellement. Ceci est favorisé d'une part, par l'illusion de la transparence des UPO qui continue à survivre dans le milieu enseignant, et d'autre part, par l'accroissement au fil des formations des enseignants stagiaires qui viennent à la recherche de nouvelles situations.

Type I : Formation consistant à expliquer au stagiaire comment réussir l'intégration des situations EAO à un enseignement papier-crayon usuel.

L'objectif d'une telle formation est de partir de situations de l'enseignement usuel papier-crayon et de montrer avec des logiciels adaptés des situations en environnement informatique susceptibles de s'intégrer à cet enseignement. Le nombre des logiciels utilisés n'est pas grand. Les cas présentés visent à ne pas être loin du vécu quotidien de l'enseignant.

Le souci essentiel du formateur est d'assurer une certaine continuité avec les pratiques usuelles de l'enseignant, et de mettre en évidence les apports de l'outil informatique aux situations de l'enseignement papier-crayon.

Les stratégies utilisées dans ce type de formation sont relativement voisines (homologie + monstration) de celles du type P précédent. Le formateur montre des situations, fait vivre des situations ou guide directement les stagiaires dans la proposition de situations. Il explique l'intérêt par rapport à un enseignement papier-crayon et explique comment, à partir de tel ou tel logiciel, on peut en construire d'autres.

Il nous semble que ce type de formation, même s'il correspond à un premier niveau de dépersonnalisation, ne passe pas directement par l'analyse détaillée des situations présentées ou construites au cours de la formation. Il passe plutôt par une interrogation sur l'intégration des situations d'enseignement en environnement informatique à l'enseignement usuel papier-crayon.

Même si nous avons rencontré ce type de formation au cours de notre enquête, il nous semble qu'il est très peu pratiqué dans le milieu des formateurs.

Type G : Formation consistant à générer avec les stagiaires des situations en leur apprenant comment généraliser les modes de construction de ces situations

L'objectif d'une telle formation est de sensibiliser (dans une certaine limite) les stagiaires au saut indispensable à effectuer par rapport à leurs pratiques usuelles pour pouvoir réussir l'intégration de l'outil informatique à leur enseignement. Le nombre de logiciels utilisés peut être très réduit.

Les situations montrées et manipulées dans ce type de formation sont en fait, à la différence de celles des deux types précédents, non pas des situations particulières mais des familles de situations générées par un ensemble de variables que le formateur essaye de mettre en évidence.

Ce type de formation se base sur des constructions détaillées de séquences d'enseignement.

Le formateur, ayant déjà fait un travail de réflexion (et de distanciation) sur ses propres pratiques, essaye de transmettre ses connaissances à son public.

Il privilégie, moyennant une stratégie de transposition, le travail de fond sur un nombre limité de situations et de logiciels, à la variété. Un certain engagement didactique ainsi qu'une conviction de la non-transparence de l'outil informatique atténuée chez lui l'angoisse (liée essentiellement à la contrainte "institutio-consumériste") que pourraient ressentir les formateurs des deux types précédents en procédant de la même manière.

Ce type de formation n'existe actuellement que dans des cas très isolés rattachés à des ingénieries didactiques de recherches en cours.

La réussite de ce type de formation n'est pas assurée. Elle nécessite un saut qualitatif important dans les pratiques traditionnelles de formation. Ce saut dépend fortement de la disposition des stagiaires à accepter une telle déstabilisation de leurs normes, surtout que le temps court de la formation ne permet que difficilement, une rééquilibration sécurisante.

De ce fait, nous supposons, qu'au delà de la formation aux UPO, ce type de formation nécessite une formation générale des stagiaires de la formation continue. Nous espérons que la formation initiale, actuellement assurée dans les IUFMs, contribuera à cette formation générale, qui conduira, peut être, à un changement des coutumes de formation continue fortement ancrées dans le système éducatif en général.

Quelques exceptions

Même si la typologie que nous venons de présenter nous paraît rendre compte des tendances actuelles de la formation aux UPO, les trois types ne sont pas, en réalité, aussi tranchés. Soulignons, à cet effet, deux cas auxquels on pourrait assister et qui sont liés à l'évolution de la réflexion sur la formation aux UPO au sein de la communauté des formateurs à travers, par exemple, au niveau national, les stages nationaux de formation de formateurs et au niveau académique, les Centres Académiques de Ressources et de Formation en Informatique : CARFI. Ces deux phénomènes sont :

a) La formation assurée, peut être fondée sur un couplage des deux premiers types (voire même des trois types, si le temps de la formation le permet) que nous avons distingués dans notre typologie. Par exemple, le formateur peut commencer, dans un premier temps, par une formation de type "présentation" pour passer dans un deuxième temps à une autre de type "intégration", ou bien alterner les deux types de formation.

b) La formation proposée peut s'adresser à un public ayant un profil homogène et une demande précise de la formation. Ce type de formation cible a priori un public bien défini.

Nous assistons également à des phénomènes d'adaptation de la formation aux demandes des stagiaires, comme cela se passe actuellement, par exemple, dans les formations sur site. Le formateur assure la formation dans un établissement suite à une demande explicite des enseignants de cet établissement uniquement, ou d'un regroupement des enseignants de plusieurs établissements avoisinants.

3. Conclusions

Les résultats que nous avons obtenus dans les trois étapes de la recherche mettent en évidence qu'un grand nombre d'enseignants et de formateurs sont encore loin de dépasser une conception et une transmission de situations d'enseignement en environnement informatique, calquées sur celles des environnements usuels papier-crayon. Or, les recherches récentes dans ce domaine commencent à confirmer que, dans une situation en environnement informatique, la nature des objets manipulés, le

choix des tâches qui sont proposées aux élèves, l'organisation des activités et le rôle de l'enseignant présentent des caractéristiques spécifiques, si on les compare avec des situations en environnement papier-crayon. L'enseignant, pour pouvoir vivre avec profit dans un environnement informatisé, doit sans doute donc modifier certaines de ses pratiques usuelles.

Ce décalage entre les résultats de la recherche en UPO et ceux issus des trois étapes de la recherche nous paraît constituer un des principaux obstacles qui ont contribué jusqu'à présent à la non-intégration massive des environnements informatique dans l'enseignement. Nous pensons que l'enseignant ici n'a pas à être directement mis en cause et que la formation des enseignants est l'élément clé qui peut permettre de franchir cet obstacle.

Comme nous l'avons vu dans la partie de notre travail consacrée à cette formation, la réflexion est déjà entamée dans cette direction mais on est encore loin d'une réalisation effective sur le terrain.

Nous avons souligné, à travers notre étude des dyades (formateur ; contenu/pratique de formation), l'effort de dépersonnalisation des situations et de distanciation par rapport à ses pratiques d'expert UPO qu'un formateur doit faire pour améliorer la qualité et la portée de la formation qu'il assure.

Or ces dépersonnalisation et distanciation ne sont, à nos yeux, que la partie apparente d'un iceberg dont la partie cachée serait la recherche, notamment didactique, la rendant possible : recherche sur l'UPO et sur le système de formation aux UPO, et plus généralement recherche sur l'enseignement des mathématiques et sur la formation des enseignants. En effet, ces dépersonnalisation et distanciation n'ont rien de "naturel" ; elles nécessitent que le formateur y soit lui-même formé.

Tout ce que nous venons d'avancer nous conduit à faire l'hypothèse que la pierre angulaire d'une intégration réussie des outils informatiques dans l'enseignement, n'est pas uniquement la formation des enseignants mais surtout et avant tout la formation des formateurs. Nous pensons que cette dernière formation doit avoir une dimension didactique, assurée par les équipes universitaires spécialisées, et ne pas se limiter à des exposés magistraux ne prenant pas en charge explicitement l'opérationnalisation des connaissances, dans le domaine visé de la formation.

En fait, l'enjeu ici est de parvenir à faire coopérer la communauté des chercheurs en didactique, celle des experts EIAO et celle des formateurs actuels aux UPO, pour produire des pratiques et des savoirs de référence qui seront validés et utilisés dans la formation des enseignants aux UPO.

Pour conclure, nous revenons à la notion d'intégration des outils informatiques dans l'enseignement des mathématiques. Nous voyons cette intégration, aujourd'hui au terme de notre recherche, reliée à des questions plus vastes comme par exemple « qu'est-ce qu'un outil pour l'enseignement ? » ou encore « quelles sont les conditions qui rendent transférable une innovation technologique du monde professionnel et culturel dans le système d'enseignement ? », des questions

qui sont peut-être abordées déjà avec des approches autres que didactiques, approches qu'il serait sans doute intéressant de connaître et de prendre en compte dans des recherches futures sur les UPO.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abboud Blanchard (M.) : *L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptômes d'un malaise*. Ed. IREM de Paris 7, (1994).

Actes (Colloque) : *L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants*. Ed. INRP-EPI, (1992).

Actes (Université d'Eté) : *Enseigner la géométrie avec l'ordinateur*. CAFIP- DOUAI, (1992).

Albert (A.), Champenois (M.), Guin (D.), Janvier (M.), Mignon (M.) & Sala (M.) : *Enseigner la géométrie plane en intégrant l'outil informatique*. Ed. IREM de Montpellier, (1992).

Allen (R.), Cederberg (J.) & Wallace (M.) : *L'intégration de l'ordinateur dans l'enseignement de la géométrie par le développement et l'utilisation des scénarios*. Deuxièmes journées EIAO de Cachan, ed. ENS Cachan, (1991).

Artigue (M.), Butlen (D.), Douady (R.), Henry (M.) & Robert (A.) : *Formation à l'enseignement des mathématiques : exemples de pratiques effectives et éléments de réflexion d'un point de vue didactique*. Document de travail pour la formation des enseignants n°5, ed. IREM de Paris 7, (1991).

Artigue (M.) : *Recherches actuelles sur l'enseignement des Mathématiques en environnement informatique - Implications pour la formation des enseignants*. Actes de l'université d'été d'Orléans : Outil informatique dans la formation en Mathématiques des enseignants, (1992).

Baron (G-L) : *L'informatique discipline scolaire?* Ed. PUF, Paris, (1989).

Baron (G-L) : *Informatique, appropriations culturelles, appropriations cognitives : le cas des enseignants*. Rapport d'étude, ed. INRP, (1991).

Bessas (D.) : *L'enseignant et l'ordinateur. Eléments pour comprendre les résistances*. Mémoire de DESS en Sciences de l'éducation, Université Paris 10, (1992).

Chevallard (Y.) : *Intégration et viabilité des objets informatiques dans l'enseignement des Mathématiques*. in *L'ordinateur pour enseigner les Mathématiques*. Nouvelle Encyclopédie Diderot, ed. PUF, Paris, (1992), p.183-203.

Conseil National des Programmes (Déclaration) : *Les ordinateurs au service du système éducatif*. Ministère français de l'éducation national et de la culture, (1992).

Cornu (B.) : *Recherche et formation : pour qui ? pour quoi ?* Bulletin de l'APMEP n° 362, (1988), p. 19-32.

Cornu (B.) : *L'évolution des Mathématiques et de leur enseignement*. in *L'ordinateur pour enseigner les Mathématiques*. Nouvelle Encyclopédie Diderot, ed. PUF, Paris, (1992), p. 13-69.

CREEM-CNAM : *Formation de formateurs et d'enseignants à l'utilisation pédagogique de l'ordinateur*. Interventions lors de la première journée de C.R.I.C., ed. CREEM- CNAM, (1986).

Enquête (réalisée par l'E.P.I. et le G.R.E.D.I.P.) : *Les enseignants et la formation à l'Informatique*. EPI supplément n°42, (1986).

Hoyles (C.), Noss (R.) & Sutherland (R.) : *Final report of the Microworlds project. Teacher attitudes and interactions*. Ed. Institute of Education, University of London, (1991).

Kuzniak (A.) : *Etude des stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré*. Thèse de doctorat, université Paris 7, ed. IREM de Paris 7, (1994).

Lattuati (M.) : *Analyse des pratiques et des représentations de professeurs de lycée à propos des calculatrices*. Mémoire de DEA, Didactique des disciplines, université Paris 7, (1993).

MAFPEN (Lyon) & CREFIP : *Action de formation aux applications pédagogiques de l'informatique à l'enseignement des mathématiques*. Semaine d'initiative nationale, (1990).

MAFPEN : *Prise en main de logiciels et utilisations pédagogiques de l'ordinateur. Document élaboré à la suite des stages "Outils informatiques pour l'enseignement des mathématiques"*. Ed. CRDP de Poitou- Charentes, (1993).

Roux (J.B.) : *Mathématiques et Informatique. Principales formes prises par les formations aux utilisations didactiques de l'ordinateur en Mathématiques*. Bulletin de l'E.P.I n°59, (1990), p.149-157.

Schubauer (R.) : *Des logiciels en usage : Etude des discours de concepteurs, d'enseignants et d'élèves à propos de logiciels de mathématiques à l'école primaire*. Interactions didactiques n°10, ed. FAPSE- Université de Genève, (1989).