

« QUELLES CONDITIONS POUR REALISER UNE FORMATION CONTINUEE A DISTANCE DANS LE CADRE DE L'ALGEBRE ? »

Auteurs :
Alain Bronner, Yves Girmens, Mirène Larguier, Sylvie Pellequer
Groupe didactique de l'IREM de Montpellier

Communicants :
Mirène Larguier, Sylvie Pellequer

I – Introduction

Notre intention dans cette communication est de faire un bilan, au terme de trois années d'existence, d'une formation à distance sur l'algèbre pour des enseignants de collège et de lycée dans l'académie de Montpellier.

Cette expérimentation fait partie d'un projet innovant, appelé SFODEM (CD Rom IREM de Montpellier 2003), présenté par Dominique Guin lors de la conférence du 20 juin 2003. Ce projet consiste à concevoir des suivis de formation à distance en s'appuyant sur les compétences acquises par les différents groupes de l'IREM de Montpellier, en particulier en ce qui concerne l'animation de stages en formation continue. Un des objectifs essentiels du SFODEM est d'accompagner les enseignants dans l'intégration des TICE dans leur pratique.

II - Présentation du cadre général de la formation

1) Intitulé du thème

Dans notre thème intitulé « **Numérique – Algébrique – TICE** », nous proposons aux enseignants une réflexion sur l'apprentissage et l'enseignement du numérique et de l'algébrique au collège et au lycée intégrant les logiciels d'algèbre. Ce thème s'adresse plus particulièrement aux enseignants des classes de collège et de seconde, en formation continue comme en formation initiale.

La formation et le suivi sont assurés par un groupe de quatre tuteurs¹ appartenant au groupe didactique de l'IREM de Montpellier.

2) Objectifs généraux pour le thème

Le travail de ce thème s'organise à partir des questions suivantes :

- un premier groupe de questions relatives à l'enseignement et à l'apprentissage des domaines numérique et algébrique :

¹ Alain Bronner, responsable scientifique et enseignant à l'IUFMP de Montpellier, Yves Girmens, Mirène Larguier enseignants à l'IUFM de Montpellier et Sylvie Pellequer enseignante en collège.

Quels sont les obstacles rencontrés par les élèves ?
 Quelles sont les compétences à développer chez les élèves ?
 Comment articuler l'enseignement du numérique et de l'algébrique ?
 Comment faire évoluer les élèves d'une pensée arithmétique à une pensée algébrique généralisante ?
 Quelles sont les activités spécifiques facilitant les apprentissages visés ?

- un deuxième groupe de questions qui concernent l'intégration des TICE :
 Quels sont les apports possibles et les potentialités des TICE en algèbre ?
 Quelles sont les conditions d'intégration des TICE en algèbre ?
 Existe-t-il des logiciels qui peuvent répondre à notre problématique didactique sur le numérique et l'algébrique ?
 Comment ces logiciels peuvent-ils répondre à cette problématique ?

En réponse à ces questions nous étayons la formation sur les recherches en didactique des mathématiques dans les domaines du numérique, de l'algébrique et des TICE. Nous postulons que le développement des nouveaux environnements informatiques permet une aide pertinente à l'apprentissage de l'algèbre pour les élèves comme pour les enseignants. Mais cette aide doit être pensée dans une problématique de viabilité dans les classes et en lien direct avec les contenus enseignés. La question de l'intégration des TICE est ainsi une question vive de notre dispositif.

En résumé, nous proposons à travers le dispositif SFODEM, une formation sur l'enseignement de l'algèbre ayant les caractéristiques suivantes :

- Une conception particulière de l'intégration des TICE s'appuyant sur certains éclairages didactiques dont nous pensons qu'elle portera ses fruits à moyen terme,
- Une mise en relation du travail effectué sur le terrain par les stagiaires, avec des éléments expérimentaux ou théoriques présentés dans les journées en présentiel ou sur une plate - forme Internet,
- Un mode de travail collaboratif pour impulser une dynamique de travail à distance entre les stagiaires dans le but de concevoir et d'expérimenter dans leurs classes des activités d'enseignement ou de re-médiation.

III - Mise en œuvre et évolution sur les trois années

1) Structuration du travail

Les journées en présentiel, entre trois à quatre par an, ont joué un rôle capital pour mettre en place l'organisation de la formation. En particulier elles ont permis :

- ☞ Aux tuteurs de développer les objectifs et le cadre de la formation,
- ☞ Aux stagiaires de s'engager dans la formation et de comprendre les raisons d'être des dispositifs de formation, nouveaux par rapport aux formations classiques uniquement en présentiel.

Les éléments suivants ont été déterminants pour planifier le travail de formation :

- Des groupes de travail et d'expérimentation relativement à des blocs thématiques à l'intérieur du thème, chaque groupe étant coordonné par un ou plusieurs tuteurs.
- Un texte de référence fédérateur du groupe-thème qui précise :
 - ☞ La démarche générale du travail,
 - ☞ le découpage fixant les domaines de travail dans le thème en relation avec des types d'exercices,

- ☞ Une organisation du travail dans chacun des groupes
- ☞ Un cadre de référence pour structurer une ressource
- ☞ Les modes de communication au sein du thème

Un site Internet comme plate-forme pour mutualiser et capitaliser les ressources finalisées. Il s'agit de la plate-forme Plei@d version 4, développée par le CNAM (conservatoire national des arts et métiers) des pays de Loire. La plate forme est accessible à l'adresse <http://sudest.pleiad.net> grâce à un mot de passe donné à chaque stagiaire.

- Des listes de diffusion pour échanger des messages électroniques permettant la communication dans divers sens entre les différents sous-groupes constituant le thème, y compris le groupe des tuteurs.
- Le courriel avec les fonctions suivantes :
 - ☞ Moyen d'impulsion
 - ☞ Moyen pour maintenir les liens des personnes engagées dans la formation.
 - ☞ Moyen pour réguler et rappeler le cadre du travail
- Des outils de recueil de données :
 - ☞ Une charte qui précise les engagements des stagiaires et des tuteurs pour tous les thèmes.
 - ☞ Trois baromètres, également communs à tous les thèmes, qui permettent de faire un constat sur les attentes et les motivations des stagiaires.
 - ☞ Un questionnaire établissement, qui permet de faire un état des lieux des équipements des établissements.
 - ☞ Un questionnaire spécifique à notre thème qui a été proposé lors des deux premières années.

2) La plate forme Plei@d

L'organisation suivante en quatre unités de formation, a été choisie pour notre thème et permet de garder la mémoire des ressources, des outils théoriques et des débats en cours, pour alimenter la formation dans le thème. Ces unités de formation sont :

- « Activités de classe », actuellement 14 ressources sont disponibles
- « Eléments théoriques », les articles mis en ligne permettent aux stagiaires d'approfondir les connaissances théoriques développées en présentiel.
- « Forum », dans cette unité des débats sont ouverts et ont pour objectif d'être un témoignage de la continuité de la formation. Certains débats sont initiés par des histoires de classe qui sont des épisodes réels qui posent des questions intéressantes en lien avec la problématique du thème.
- « Journal » : c'est l'unité qui garde la mémoire de l'organisation de la formation, avec les ordres du jour et les compte-rendus des réunions, les lettres de cadrage...
- Par ailleurs, une rubrique « charte, baromètres et ressources communes » accessible à tous les thèmes contient les outils de recueil de données ainsi que des ressources élaborées par tous les thèmes.

3) Adaptation du contenu de la formation

Les travaux de recherche qui ont fondé le socle des contenus de la formation sont les suivants :

- les travaux de A. Bronner (1997) concernant des problèmes d'épistémologie, d'apprentissage et d'enseignement du numérique, ainsi que l'articulation numérique/algébrique
- les travaux de R. Duval (1993 et 1995) à propos des registres, qui permettent de prendre en compte cette notion et de voir l'importance du travail sur les différents registres.
- les travaux de B. Grugeon (1995 et 1997) qui a élaboré une grille d'analyse multidimensionnelle de la "compétence algébrique" pour l'étude des connaissances des élèves en algèbre.
- les travaux du groupe didactique de l'IREM de Montpellier sur l'algébrique, en particulier sur le rôle et le statut des règles en algèbre, et l'appropriation de ces règles par les élèves (Larguier et Seco 1997 ; Girmens, Pellequer et Seco, 2000 ; groupe didactique 1998/2000, rapport de recherche du GER « le numérique et l'algébrique de l'école élémentaire au lycée »).
- les travaux de R. Douady (1984) à propos de la dialectique outil/objet.

Deux logiciels ont été particulièrement utilisés dans notre formation :

- le logiciel PEPITE :

En lien avec les travaux de B. Grugeon, un logiciel (PEPITE conçu par S. Jean², LIUM) a été élaboré. Il propose un test diagnostique formé de 23 tâches recouvrant "les compétences algébriques" jusqu'au début du lycée. Il permet de recueillir des productions d'élèves et de constituer leurs profils.

Le logiciel Pepite est téléchargeable sur le site : <http://pepите.univ-lemans.fr>

- le logiciel Aplusix :

Nous avons mis en place un travail de formation et d'expérimentation dans les classes avec le logiciel Aplusix³. Il s'agit d'un logiciel d'aide à l'apprentissage de l'algèbre, qui est développé au laboratoire Leibniz (Bouhineaud et al, 2002), et qui est en cours de développement.

La première année l'intitulé du thème était : « Diagnostic des compétences des élèves et aide individualisée en algèbre » car le travail proposé avait été centré sur le logiciel Pépité.

Le programme théorique envisagé lors de cette première année s'est avéré trop ambitieux. Notre intention de départ était de proposer aux stagiaires des travaux qui couvrent toutes les compétences algébriques identifiées par B. Grugeon. Nous avons été amenés à revoir l'étendue du programme de travail en le réduisant aux tâches mathématiques concernant les deux thèmes : « registres » et « règles ».

La deuxième année, nous avons voulu faire évoluer la production de ressources vers des activités qui ne se limitent pas seulement à des diagnostics ou à des remédiations. Le titre a alors évolué pour devenir « Le numérique et l'algébrique » en fonction des nouveaux objectifs de la formation.

Notre volonté a été de :

- Centrer la formation autour d'un contenu mathématique, " Le Numérique, l'Algébrique et leur Articulation ", (en abrégé le NAA).

² Cf. la communication de Stéphanie Jean dans ce même colloque

³ Aplusix est téléchargeable sur Internet (<http://applusix.imaq.fr>) en français, anglais et portugais et utilisable par tous ceux qui le souhaitent.

- Proposer un découpage selon la dialectique épistémologique outil / objet.

Cela nous a conduits à retenir trois thèmes de travail qui ont été définis en accord avec les demandes exprimées par les stagiaires et en continuité avec les formations théoriques de l'année précédente.

- a) Un premier thème, relevant de la dimension objet, mettant en jeu le "statut des règles et de l'égalité" autour des types de tâches : tester une égalité ou transformer des expressions numériques ou algébriques.
- b) Un deuxième thème relevant également de la dimension objet, mettant en jeu des "conversions de registres" autour des types de tâches : effectuer, exprimer ou étudier des programmes de calcul ou des fonctions.
- c) Enfin le thème mettant en jeu "la modélisation" qui relève de la dimension outil.

Une conséquence de ces évolutions pour la troisième année, est le nouveau changement de titre de la formation qui est actuellement : « Numérique - Algébrique - TICE ». En effet, les contenus mathématiques de formation sont restés les mêmes, mais l'accent a été mis sur la problématique de l'intégration des TICE et en particulier en lien avec l'expérimentation du logiciel Aplusix⁴.

En conclusion, une spécificité de cette formation à distance est de pouvoir accompagner chaque stagiaire en assurant le suivi de son investissement réel et de son appropriation du contenu de la formation. Nous avons sous-estimé le temps d'appropriation des contenus théoriques par les stagiaires pour qu'ils puissent les réinvestir dans la production d'activités de classe. Une condition de bon fonctionnement est d'arriver à une adéquation raisonnable entre la volonté des formateurs et les capacités effectives des stagiaires.

4) L'intégration des TICE

La première année nous avons choisi dans un premier temps de montrer l'utilisation des outils informatiques mais leur manipulation personnelle par chacun des stagiaires s'est avérée nécessaire. Nous n'avons pas pris la juste mesure du manque de maîtrise des outils informatiques chez les enseignants ainsi que le manque au niveau du matériel, qu'il soit personnel ou dans les établissements.

La deuxième année, notre réflexion nous a amenés à mieux cerner les différentes fonctions des TICE et donc à mieux structurer la formation. Ainsi, nous avons spécifié l'utilisation des TICE selon trois aspects : communication, capitalisation et moyen d'enseignement.

a) Les TICE comme moyen de communication

Le courriel est utilisé comme moyen d'impulsion et comme moyen pour maintenir les liens des personnes engagées dans la formation. Ses fonctions principales sont :

- Permettre la formation continuée,
- Echanger sur le travail coopératif,
- Constituer un outil privilégié pour la formation à distance,
- Suivre l'évolution du travail des stagiaires sur les ressources,
- Informer et re-dynamiser les stagiaires.

Un nouveau dispositif a été estimé nécessaire pour faciliter les communications par courriel, la mise en place de listes de diffusion, qui comprennent :

⁴ Cf. la communication dans ce même colloque : « Usages didactiques du logiciel Aplusix pour l'enseignement de l'algèbre » Alain Bronner, Thomas Huguet, Denis Bouhineau, Jean-François Nicaud

- Le groupe composé de tous les tuteurs,
- Le groupe composé de toutes les personnes, tuteurs et stagiaires du thème 1,
- Le groupe composé des stagiaires du bloc règles et des tuteurs,
- Le groupe composé des stagiaires du bloc registres et des tuteurs,
- Le groupe composé des stagiaires du bloc modélisation et des tuteurs.

Ces listes ont contribué à donner corps aux sous groupes de travail.

b) Les TICE comme moyen de capitalisation

La fonction spécifique de la plate forme Plei@d a été de constituer la mémoire du travail élaboré par le groupe et de permettre la diffusion de documents utilisables pour la classe. Elle a ainsi essentiellement les fonctions de mutualisation et de capitalisation. Les ressources élaborées dans notre thème ont été régulièrement mises en ligne dès le début de la deuxième année.

Les stagiaires se sont très peu connectés sur la plate-forme Il faut dire que notre projet d'utiliser Plei@d comme un lieu de capitalisation n'a peut-être pas incité les stagiaires à se connecter régulièrement. Tout le travail théorique ayant été réalisé en présentiel, il ne semble pas entrer dans la culture des stagiaires de lire des textes de nature théorique et peut-être à plus forte raison lorsqu'ils sont mis en ligne.

Plei@d offre une fonction forum que nous avons prévu d'utiliser avec l'objectif de provoquer et de maintenir dans le temps une réflexion commune autour d'un thème issu d'une « histoire de classe » : ce dispositif a connu un échec relatif. En revanche, lors d'une journée en présentiel, nous avons demandé aux stagiaires de se connecter entre eux grâce à la fonction forum de Pleiad, les débats engagés à partir d'histoires de classe, ont alors été riches et intéressants. Cette simulation du forum incite à penser que pour beaucoup de stagiaires, ce qui légitime une discussion, c'est la présence physique des interlocuteurs et la possibilité d'avoir des échanges en temps réel.

Pour la troisième année, une nouveauté dans l'organisation des unités de la plate forme a été la création d'une rubrique : "journal ". Cette nouvelle unité renforce la fonction de Plei@d pour notre thème, comme outil de capitalisation et comme mémoire de la formation.

Par ailleurs un chat a été organisé à deux reprises, en utilisant une autre fonctionnalité de Plei@d, avec le projet de dynamiser à distance les interactions entre les stagiaires.

c) Les TICE comme moyen d'enseignement

Nous avons voulu répertorier les logiciels déjà connus ou utilisés par les stagiaires et initier une analyse de chacun. Nous avons demandé que des expérimentations se fassent en particulier avec Pépite, Aplusix et Derive.

◆ Le logiciel PEPITE

Du côté des stagiaires :

Il apparaît que ce logiciel a été un outil favorisant la formation pour les stagiaires car il a permis la mise en évidence des erreurs des élèves et leur référence à des éléments théoriques qui les explicitent. Voici deux témoignages de stagiaires : « *Je me suis rendue compte des erreurs récurrentes des élèves au niveau de la justification, de l'utilisation des règles et du changement de registres* » ; « *Repréciser les compétences est toujours nécessaire. Lister les difficultés des élèves est intéressant. Travailler les différents registres m'est apparu capital* ». Mais ce logiciel est trop peu fonctionnel pour l'utilisation par les professeurs dans leurs classes comme en témoigne ce stagiaire : « *Les profils pourraient être approfondis, ils donnent une idée générale mais il y a de nombreuses erreurs de traitement* ».

Du côté des tuteurs :

Nous avons réalisé que la volonté d'utiliser Pépité nous a enfermés tout au long de la première année dans un travail de relevé et d'analyse d'erreurs et nous avons préféré donner une place plus importante au travail de construction d'activités qui ne soient pas seulement des remédiations.

De plus, nous avons voulu ouvrir une réflexion didactique sur les logiciels utilisables en algèbre et notamment sur les possibilités d'un nouveau logiciel expérimental « Aplusix ». Cela nous a amenés à diminuer la place de Pépité dans notre projet.

◆ **Le logiciel Aplusix**

Les remarques issues des expérimentations d'Aplusix, ont été transmises au concepteur dans le but d'améliorer les fonctionnalités de ce logiciel expérimental et de mieux cerner les apprentissages possibles. Aplusix a été mis à la disposition des stagiaires sur la plate forme Plei@d ainsi qu'une fiche d'utilisation conçue par un stagiaire. Des formations sur les aspects techniques et didactiques ont fait l'objet de travaux en présentiel. Pour l'aspect technique, la prise en main du logiciel a été personnelle et a été organisée de façon à ce que chaque stagiaire soit véritablement acteur. C'est une condition nécessaire pour permettre une réelle appropriation. Dès la deuxième année, quelques ressources intégrant Aplusix ont été réalisées par des stagiaires.

5) Les journées en présentiel

La première année, nous avons conçu la formation en pensant qu'une journée en présentiel suffirait pour donner le cadre de la formation et pour faire une bonne dévolution du projet et de ses objectifs et qu'ainsi le travail à distance serait initialisé et que la régulation se ferait à distance.

Cette conception s'est révélée très naïve, nous avons vérifié ainsi qu'une bonne dévolution ne se limite pas à donner les bonnes explications. Il a fallu rendre les stagiaires acteurs de l'avancée du travail. En fait, il a fallu construire un nouveau rapport personnel à la formation tant du côté des stagiaires que du côté des tuteurs.

- Dès la première année, une deuxième journée a été indispensable pour engager le stagiaire dans des tâches nouvelles et lui permettre d'acquérir des comportements nouveaux en tant que stagiaire d'une formation à distance. C'est le cas par exemple pour la prise en main effective des TICE ou, d'un côté plus didactique, pour l'analyse de profils donnés par Pépité qui a été faite en groupes. De plus, une formation beaucoup plus approfondie autour du logiciel Aplusix et de ses possibilités a été menée pendant les deux dernières années.

- Nous avons découvert la nécessité d'initialiser les ressources en présentiel, et de constituer un groupe de personnes qui se connaissent effectivement et se reconnaissent à travers un projet commun. Il fallait donner corps aux différents groupes pour qu'ils continuent à distance le travail entrepris en présentiel.

- Le présentiel a pour fonction également de donner à voir la finalité du travail proposé à travers la présentation de toutes les ressources en cours d'élaboration ou « achevées ».

Au terme de ces trois années, nous avons décidé de mettre en place trois journées spécifiques au thème et par ailleurs une demi-journée de bilan commune à tous les thèmes du SFODEM a été instituée dans le but de mutualiser les ressources et de montrer aux stagiaires l'appartenance à un projet innovant plus large. Ces journées apparaissent comme des moments indispensables pour construire le réseau de communication et pour inciter les stagiaires à s'investir dans la formation.

Le présentiel permet la vision globale des réflexions et des productions des stagiaires par opposition au travail à distance qui en donne une vision parcellaire. La visualisation en présentiel est nécessaire pour révéler la dynamique de la formation aussi bien pour les stagiaires que pour les tuteurs. La diversité et la quantité des productions en fin d'année, composant la vitrine de la formation, ont suscité un réel étonnement.

6) Elaboration des ressources

Diffuser une ressource sur la plate-forme Plei@d suppose qu'elle soit mise en forme pour faciliter sa communication et sa compréhension. Mettre au point cette structuration des ressources en vue de leur mise en ligne a été un des enjeux de la recherche à partir de la deuxième année pour tous les thèmes du SFODEM.

Dans notre thème, dès le début de la deuxième année, un cadre de référence a été envoyé par courriel pour décrire une ressource. A ce moment là, deux fiches différentes étaient demandées, la fiche élève et la fiche professeur. Cette structuration a évolué tout au long de l'année pour arriver aux six fiches : fiche élève, scénario d'usage, fiche professeur, compte rendu d'expérimentation, fiche technique et fiche d'identification, communes à tous les thèmes.

A partir d'exemples de ressources en ligne dans l'unité « activités de classe » sur la plate-forme Plei@d, nous avons montré l'objectif à atteindre aussi bien sur le fond que sur la forme et l'intérêt de cette structuration.

Les différents éléments constitutifs de la ressource ont pour objectif de donner des réponses aux questions du style :

- A quel moment donner cette activité ?
- Cette activité pose-t-elle un vrai problème aux élèves ?
- Quels sont les pré-requis ?
- Quelles sont les intentions d'apprentissage ?
- Quelles sont les techniques possibles pour résoudre les problèmes posés ?
- Quels sont les éléments théoriques qui fondent cette activité ?
- Comment analyser les réponses des élèves ?
- Quels sont les éléments théoriques en lien avec les questions précédentes ?

Les réponses à ces questions sont nécessaires pour communiquer une activité de classe et elles se trouvent dans les éléments constitutifs de la ressource qui sont les suivants :

- Une fiche élève, c'est la fiche qui peut être donnée directement à l'élève
- Un scénario d'usage, il donne le contexte et une gestion possible de la classe en précisant les rôles respectifs du professeur et des élèves
- Une fiche professeur, elle précise les pré-requis, les objectifs visés, les raisons d'être des choix opérés dans les activités, les stratégies envisagées, les obstacles à prévoir, les éléments théoriques qui fondent les choix.....
- Un compte rendu d'expérimentation, il permet d'avoir des commentaires sur le vécu réel d'une classe
- Une fiche d'identification qui permet la description rapide du contenu de la ressource pour sa mise en ligne sur Plei@d
- Une fiche technique qui accompagne l'utilisation éventuelle de TICE

Le travail d'élaboration et de structuration des ressources est un travail formateur dans la mesure où il oblige à faire une explicitation des choix et où il développe ainsi une pratique réflexive sur l'enseignement.

Les journées en présentiel ont permis l'analyse de ressources déjà existantes et l'élaboration par les stagiaires des premiers éléments de ressources dans les différents groupes, conçus

comme des embryons de ressources. Cela a fait émerger l'idée de **ressource évolutive**, moteur du travail coopératif à distance qui s'élabore dans l'interaction entre les tuteurs et les stagiaires.

Il est important de souligner qu'une nouvelle expérimentation peut permettre une nouvelle évolution de la ressource qui sera enrichie de nouveaux commentaires, et ainsi de suite... En conséquence, lorsque nous parlons de ressource « achevée », il s'agit d'une ressource suffisamment développée à un moment donné pour être mise en ligne sur Plei@d. Mais ce n'est qu'une étape dans le processus évolutif de la ressource.

7) Constitution de groupes autour d'une culture commune

L'expérience de la première année nous a fait prendre conscience qu'une trop grande diversité des sujets choisis par les stagiaires pour leurs productions, ne favorisait pas leur mutualisation. La deuxième année nous avons donc défini plus précisément des thèmes de travail et demandé aux stagiaires de choisir leur sous-groupe. Chacun de ces groupes a ensuite été associé à un formateur tuteur référent.

La constitution de ces sous-groupes a permis :

- De construire l'identité de chacun de ces groupes,
- De personnaliser le travail en prenant en compte les travaux de chacun,
- De concrétiser l'appartenance de chaque stagiaire à un sous-groupe tutoré.

Du fait que les stagiaires aient pu choisir leur thème de travail, cela a permis un plus grand investissement et a favorisé un sentiment d'intégration dans un réseau de personnes identifiées par un projet bien délimité.

Par exemple, cette année, trois groupes de stagiaires ont été constitués en fonction des thèmes de travail choisis et ont produit des ressources. Ce sont les groupes : Nombres - Aplusix - Calcul littéral.

En présentiel, chacun des groupes a eu pour consigne de démarrer l'élaboration d'une ressource ou de développer une ressource à partir des ébauches proposées par des stagiaires, et a eu à envisager les modes de communication pour réaliser le travail à distance.

8) La régulation de la formation

Lors de la première année, face au manque de retour dans le travail à distance, nous avons ressenti la nécessité de préciser le travail attendu et planifié lors des journées en présentiel en envoyant un mail à tous les stagiaires pour recadrer le travail de formation. Nous avons ainsi voulu amorcer la participation active et hors présentiel des stagiaires. Cette régulation nous semble être un élément indispensable pour ce type de formation à distance.

Dès la deuxième année, il nous est apparu nécessaire de constituer un cadre de référence, intitulé « proposition d'une méthode de travail », qui a été envoyé par courriel. Par exemple, cette année, la relance du travail des stagiaires les incite à :

- Expérimenter des ressources
- Faire des comptes-rendus
- Développer de nouvelles ressources qui pourraient s'appuyer sur une expérimentation avec Aplusix.

Par ailleurs, des courriels regroupant des dates butoirs incitatives quant aux travaux des stagiaires hors présentiel sont envoyés pour réguler le travail de chacun.

De plus, le bilan de la première année nous a permis de réaliser qu'il fallait être plus clair au départ avec les stagiaires et qu'il fallait expliciter les engagements des tuteurs et des stagiaires dans ce type de formation. Il est apparu nécessaire de donner des règles écrites qui fixent les rôles et les places de chacun, tuteur ou stagiaire. C'est ainsi qu'une charte régissant ce

dispositif a été élaborée pour la deuxième année de l'expérimentation. Elle explicite les éléments de rupture avec une formation classique, on trouve par exemple dans la charte :

- du côté tuteur : « Mettre en ligne sur Plei@d les ressources élaborées dans la formation » ou « Répondre aux courriers des stagiaires »
- du côté stagiaire : « Accepter d'alimenter et d'expérimenter les différentes ressources mises en ligne » ou « Avoir une adresse électronique ».

IV - Les conditions d'une bonne réussite - La rupture des habits

Il nous semble que nous avons réuni des conditions qui ont permis une synergie entre trois pôles interactifs :

- **Le tutorat** : le groupe des tuteurs est responsable du cadrage qui résulte de la réflexion tenant compte des erreurs passées, de la réalité des pratiques, de la nécessité de repérer et de créer des conditions favorables à la formation.
- **Le présentiel** : son rôle est essentiel comme étant le socle fédérateur de la formation
- **Le réseau de communications à distance** : son existence est identifiée par l'instauration de modes de communications clairement définis.

Le facteur « temps » est alors à prendre en compte, pour qu'un réel changement s'opère et pour que la formation continue devienne alors à proprement parler la « formation continuée ».

1) Evolution du statut de stagiaire

Le stagiaire doit être acteur de sa formation, c'est une véritable rupture avec la relation classique formateur / stagiaire. Cela pose les questions suivantes :

Dans quelles conditions un enseignant peut-il accepter de s'engager dans un processus de formation à distance qui peut être déstabilisant pour lui ?

Quel bénéfice peut-il en tirer pour qu'il accepte cette remise en cause ?

On peut avancer les arguments suivants :

- L'appartenance à un réseau de personnes qui ont les mêmes problèmes à résoudre,
- La possibilité de contacter une personne-ressource,
- La pratique d'un enseignement qui tient compte des connaissances de la recherche en didactique
- L'intégration de l'informatique dans sa pratique professionnelle,
- L'accès à des ressources pour lesquelles le stagiaire s'est impliqué dans leur élaboration,
- La mise en ligne des ressources qui est un signe visible du rôle effectif joué par chacun.

Le climat de confiance - la critique constructive :

Une réelle mise en confiance des stagiaires a été construite, ce qui leur a permis de franchir le pas pour oser présenter publiquement des productions qui habituellement restent dans le domaine privé du professeur. Une première étape, côté stagiaire, qui semble indispensable pour le fonctionnement à distance, est d'accepter le regard de l'autre sur ses propres travaux.

Une difficulté a été de savoir faire accepter des analyses qui pouvaient être très déstabilisantes pour le stagiaire. Le fait de critiquer une activité d'un tuteur, ce qui a été fait en présentiel, a eu un fort impact dans l'acceptation du regard des autres et a facilité le passage d'une production personnelle à une présentation écrite, publique et critiquable, point de départ incontournable d'une ressource évolutive.

La confiance installée au sein du groupe, a permis l'acceptation intellectuelle des commentaires sur les ressources en cours comme l'extrait de courriel ci-dessous en témoigne :

"J'ai bien reçu vos commentaires sur la ressource envoyée et les ai trouvés très pertinents. J'ai essayé de modifier mon travail en en tenant compte (...) Merci pour votre aide".

2) Le lien entre formation continue et formation initiale

Des stagiaires de mathématiques de la deuxième année d'IUFM, se sont inscrits à la formation du thème. Ils ont été très actifs et ont eu moins de résistance pour suivre le cadrage proposé. Cela s'explique facilement par le fait que leurs gestes professionnels ne sont pas encore fixés, par le fait que les tâches de formation proposées sont proches de celles rencontrées à l'IUFM, et que par ailleurs ils ont davantage de facilités pour utiliser les TICE. Ils ont également apprécié de prendre part à des débats avec des enseignants qui ont l'expérience du terrain, et la complémentarité de ces enseignants en formation initiale et continue a été un élément dynamique pour la formation. L'investissement de ces stagiaires s'est traduit en particulier par la réalisation de deux mémoires professionnels, (une étude sur l'utilisation du logiciel Pépite lors de la première année et un autre sur l'étude du statut de l'égalité la deuxième année), la production de plusieurs ressources évolutives, l'expérimentation de ressources mises en ligne sur Plei@d et une participation active tout au long de l'année de formation. On peut anticiper sur le fait que ces stagiaires PLC2 seront des moteurs dans leurs établissements d'exercice pour diffuser des pratiques enseignantes innovantes.

Nous avons par ailleurs transposé en partie cette pratique de formation à distance au niveau des stagiaires PLC2 par un nouvelle forme d'accompagnement à distance et un nouveau mode de travail *collaboratif*. Ainsi, un projet innovant au sein de l'IUFM de Montpellier a été d'assurer, en complémentarité avec la formation initiale en *présentiel*, un accompagnement continu des stagiaires en lien avec une formation continue des enseignants titulaires. Un prochain travail permettra d'étudier les conditions de viabilité et l'intérêt d'un tel dispositif en formation initiale.

3) L'évolution du statut de tuteur

Dans ce type de formation, les tuteurs ont à leur charge des tâches nouvelles. En particulier, ils doivent mettre en place un cadre de formation qui permette :

- La constitution d'un groupe initialisé en présentiel,
- Une confiance mutuelle qui facilite les échanges de productions écrites,
- Une culture commune relativement aux contenus de formation,
- Une possibilité de négociation entre le cadrage voulu par les tuteurs et les demandes des stagiaires,
- Une dynamique de travail tout au long de l'année pour que les périodes de formation à distance comprises entre les journées en présentiel soient des temps de formation active
- Une alternance indispensable de travail à distance et en présentiel
- Une vision de la finalité de la formation en donnant des exemples de ressources mises en ligne dès le début de l'année de formation :
 - ☞ Des exemples de ressources expertes reposant sur les recherches en didactique.
 - ☞ Des exemples de ressources spontanées proposées au départ par les stagiaires.
- Une adhésion des stagiaires pour accepter :
 - ☞ L'idée de ressource évolutive : à expérimenter, à modifier, à compléter en fournissant de nouveaux comptes-rendus et à utiliser pour proposer de nouvelles ressources sur le même thème ou pour l'adapter à un autre niveau de classe.

☞ L'idée de mutualiser des ressources non finalisées ou de donner des embryons de ressources permettant un travail collaboratif.

- Une acceptation d'un contrat de formation liant les stagiaires et les tuteurs, et définissant des attitudes et des routines de travail nouvelles
- Une acceptation d'une planification de l'année avec des dates butoirs

Il s'agit là d'éléments importants qui changent en profondeur la nature du travail du formateur. Les tuteurs ont dans ce dispositif à assumer un nouveau rôle : celui d'un accompagnement en continu dans l'intégration des éléments de la formation. Cela se traduit par un investissement très grand des formateurs et un accroissement très important de leur temps de travail par rapport à une formation classique.

De plus, la rupture avec une formation classique tient dans le fait qu'il est possible de mesurer plus clairement le réinvestissement de la formation dans les classes des stagiaires ainsi que les modifications de leurs pratiques. Cela change l'évaluation du formateur sur les effets de la formation car il ne peut ignorer l'impact de ses choix.

4) La constitution de ressources

Durant la deuxième année, l'élaboration d'une ressource a surtout été le fait d'une interaction entre deux personnes (un stagiaire / un tuteur) alors que la troisième année, certaines ressources en cours d'élaboration ont été expérimentées par plusieurs stagiaires ce qui a donné lieu à plusieurs compte-rendus d'expérimentations mais surtout à une construction collaborative de ces ressources.

Mais, globalement, créer une dynamique qui aboutit à l'élaboration de ressources structurées est une difficulté. D'une part il faut que les ressources évoluent sur le plan de leur contenu en tenant compte des apports de la didactique des mathématiques ; d'autre part sur le plan de leur mise en forme, il faut respecter la structuration en six fiches distinctes.

On peut évoquer des raisons supplémentaires qui contribuent à augmenter cet état de fait, il semble difficile de :

- Maintenir en continu la dynamique d'un travail en groupe à distance
- Créer une culture dans laquelle Internet soit un outil usuel
- Faire accepter la prise de recul et le temps nécessaires pour le passage à l'écrit ainsi que la lourdeur de la structuration.

L'utilisation des ressources déjà élaborées et mises en ligne sur la plate forme Plei@d, a été un relatif échec en dépit de toutes nos relances. Il semble que les stagiaires aient du mal à :

- utiliser une activité en dehors du contexte de son élaboration en l'adaptant à un nouveau contexte.
- proposer dans leurs classes des activités qui ne sont pas en phase avec leur progression, et qui sont considérées comme étant hors du temps d'enseignement.

Une nouvelle pratique professionnelle que nous aimerions voir se développer chez les stagiaires serait par exemple ce qui s'est passé à propos d'un test sur des égalités justes ou fausses. Il avait été conçu pour des élèves de 4^{ème} et par la suite il a été expérimenté en seconde et a permis une reprise d'étude de notions non encore stabilisées sur le numérique.

Il semble nécessaire de faire évoluer les conceptions des enseignants à propos du temps d'assimilation d'une notion pour qu'ils puissent comprendre l'intérêt de travaux où l'étude de la notion est reprise et poursuivie « à distance » de l'enseignement initial. Provoquer cette rupture avec une conception traditionnelle d'un enseignement dans lequel les temps d'enseignement et d'apprentissage seraient les mêmes, est un enjeu nouvellement pris en compte dans la formation.

5) L'intégration des TICE

En ce qui concerne l'intégration des TICE, l'évolution des stagiaires est lente et les disparités sont très grandes. Il ne faut pas sous-estimer les obstacles matériels, techniques et culturels concernant leur utilisation. L'accompagnement par les tuteurs de manière appropriée est décisif pour favoriser l'accès à ces outils de communication, de formation ou d'enseignement.

De plus, la difficulté technique s'est conjuguée avec une difficulté liée à la culture des enseignants. En effet, il apparaît que les stagiaires ont eu des réticences pour travailler à distance, à cause de :

- Leur isolement, comme le dit l'un d'entre eux « il est difficile de se motiver tout seul devant son PC ».
- Le manque de maîtrise de leur propre image liée au fait de ne pas pouvoir réajuster en fonction de la réaction de l'autre, mal connu.
- L'acceptation d'une posture nouvelle lorsqu'il s'agit de produire une ébauche d'activité soumise au regard de collègues. Cela donne un statut non professionnel de l'enseignant, statut difficile à assumer.

Tout cela est renforcé par le fait que les communications passent par des écrits qui, culturellement, ont une image forte. Les murs de la classe qui protègent habituellement l'enseignant se brisent pour laisser une ouverture vers des collègues.

En conclusion

Cette expérimentation menée depuis trois ans, nous a permis de repérer des conditions nécessaires pour qu'une formation à distance puisse être efficace. Elle a mis en évidence des ruptures importantes et elle nous a révélé également des difficultés. Ces difficultés sont certainement présentes dans les formations classiques, mais restent invisibles aux yeux des formateurs. Par exemple les réticences des enseignants pour proposer à leurs élèves des activités qui leur permettent de faire évoluer leurs conceptions sur la rationalité mathématique, ne sont sûrement pas nouvelles, mais sont mises à jour par le dispositif de la formation à distance. On peut faire l'hypothèse que l'accompagnement des stagiaires dans un réseau de personnes où la mutualisation des ressources est rendue possible grâce au climat de confiance installé dans le thème, leur permettra de faire évoluer leurs pratiques pour permettre à leurs élèves d'acquérir des compétences solides en algèbre.

Bibliographie :

BOUHINEAU D., HUGUET T., NICAUD J.F., 2002 « Doing mathematics with the APLUSIX-Editor », Actes de Visi'me 2002, ACDCA'7, J Böhm (ed.), Vienne

BRONNER A. 1997. « Etude didactique des nombres réels, idécimalité et racine carrée », thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

BRONNER et Al. 2000. « rapport de recherche du GER « le numérique et l'algébrique de l'école élémentaire au lycée », IREM de Montpellier

DOUADY, R., 1984 « Jeux de cadres et Dialectique outil-objet », *Thèse d'état*, Université Paris VII,

DUVAL R. 1993. « Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée », *Annales de didactique et de sciences cognitives* (5), IREM, Strasbourg.

DUVAL R. 1995. « Sémiosis et pensée humaine », Peter Lang.

GIRMENS Y., PELLEQUER S., SECO M. 2000 « L'apprentissage des règles en algèbre ». in CFEM.. L'enseignement des mathématiques dans les pays francophones au XXe siècle et ses perspectives pour le début du XXIe siècle, Actes du colloque EM 2000, CDRom, Grenoble.

GRUGEON B. 1995. « Etude des rapports institutionnels et des rapports personnels des élèves à l'algèbre élémentaire dans la transition entre deux cycles d'enseignement : BEP et première G », thèse de doctorat, Université Paris VII.

GRUGEON B. 1997. « Conception et exploitation d'une structure d'analyse multidimensionnelle en algèbre élémentaire », *Recherches en Didactique des Mathématiques* (17/2), pp. 167-210.

IREM de Montpellier, 2001. « rapport intermédiaire du GER JCA 122D. Rapport des quatre thèmes », IREM de Montpellier

IREM de Montpellier 2003, « Bilan de la phase expérimentale, (2000-2002) SFODEM » CDRom, IREM de Montpellier.

LARGUIER M., SECO M. 1999, « Etude du rapport au calcul littéral et à l'algèbre chez les élèves et les enseignants des premier et second cycle », Equipe de Montpellier, in algèbre et fonctions, Groupement national d'équipes de recherche en didactique des mathématiques, Ministère de l'éducation nationale et de la technologie.