

# UNE APPROCHE SYSTEMIQUE ET FONCTIONNELLE DE LA CONCEPTION DE PARCOURS DE FORMATION

**Teresa Assude<sup>1</sup>**  
**UMR P3 ADEF, Aix-Marseille Université, INRP**

## ***Résumé***

D'abord, nous présentons une ingénierie de formation conçue à partir d'une approche systémique et fonctionnelle fondée sur un espace à plusieurs dimensions qui peut générer plusieurs parcours de formation. Puis nous analysons un exemple de parcours en identifiant plusieurs contraintes de mise en œuvre. Finalement, nous posons un ensemble de questions de recherche à partir des adaptations nécessaires pour que cette ingénierie puisse se transformer en un parcours de Pairform@nce qui est un dispositif national de formation continue des enseignants aux technologies numériques.

## ***1 - Introduction***

Cette contribution se place dans le pôle 2 du groupe de travail 6 « Technologie et enjeux de développement : formation à distance, ressources numériques, plate-forme, multimédia », sur la technologie et le développement de ressources, et notamment nous voulons aborder la question suivante indiquée dans le texte de présentation :

- comment prendre en compte, dès la conception des ressources, les besoins des utilisateurs (élèves, enseignants), les contraintes technologiques, les nécessités institutionnelles ?

Cette question sera abordée à partir d'un travail fait sur la conception, l'analyse et le développement d'ingénieries de formation intégrant les technologies numériques dans le cadre de la formation mathématique des professeurs de l'école primaire. Dans Assude & Grugeon (2006), nous avons montré comment des résultats de recherche sur l'intégration de logiciels de géométrie dynamique dans l'enseignement primaire nous ont permis de dégager des contenus pour la formation des maîtres, et nous les avons organisés en plusieurs dimensions :

- la dimension épistémologique concernant la nature du travail mathématique ;
- la dimension institutionnelle concernant les attentes de l'institution en ce qui concerne l'enseignement de la géométrie avec ces technologies ;
- la dimension praxéologique concernant le travail mathématique proposé aux élèves ;
- la dimension instrumentale concernant l'organisation des processus de genèse instrumentale ;
- la dimension temporelle prenant en compte la durée nécessaire pour que les pratiques puissent changer.

Ces dimensions déterminent un espace de travail à plusieurs dimensions où des contenus peuvent être positionnés par rapport à ces dimensions. Par ailleurs, dans un autre travail (Assude 2007a, 2007b), nous avons commencé à identifier des indicateurs qui nous permettent de préciser certaines de ces positions, notamment celles concernant la dimension instrumentale et praxéologique. Par exemple, par rapport à la dimension instrumentale nous avons identifié plusieurs modes d'intégration instrumentale : initiation, exploration,

---

<sup>1</sup> t.assude@aix-mrs.iufm.fr

renforcement, symbiose instrumentale. Imbert (2008) a par ailleurs ajouté un autre mode à ceux là qui est celui du détournement. Ces modes, sans rentrer dans le détail ici, correspondent à des positions dans l'axe de cet espace de travail concernant la dimension instrumentale.

Nous postulons que ce modèle de conception d'une ingénierie de formation peut être utilisé par rapport à d'autres domaines mathématiques que la géométrie et par rapport à d'autres technologies numériques. Ainsi, nous l'avons mis à l'épreuve par rapport au domaine numérique et aux calculatrices à l'école primaire. C'est ce que nous allons présenter dans un premier temps en commençant par préciser le cadre théorique déjà ébauché. Puis nous analyserons comment cette ingénierie a été mise en œuvre en donnant plusieurs parcours de formation. Et finalement nous discuterons de l'adaptation de ce modèle pour concevoir un parcours type Pairform@nce.

## **2 – Faisceau théorique**

Les éléments théoriques choisis correspondent à ceux qui nous permettent d'outiller la conception et l'analyse des différentes dimensions indiquées auparavant. La théorie est prise ici comme un outil. L'approche anthropologique (Chevallard 1999) nous fournit ainsi un certain nombre d'éléments théoriques, notamment la notion d'institution et la notion de praxéologie. Ces éléments nous permettent d'analyser les attentes institutionnelles par le biais des textes officiels ou d'autres ressources institutionnelles, et de préciser l'organisation du travail mathématique en termes de types de tâches, techniques et théorisations. Les différents moments de l'étude peuvent être aussi convoqués : nous nous intéresserons notamment au moment de l'institutionnalisation. L'approche instrumentale (Rabardel 1995, 1999, Trouche 2005) nous fournit la notion d'orchestration et de genèse instrumentale qui nous permet de ne pas considérer le rapport à un artefact comme allant de soi, comme transparent mais d'analyser les moyens par lesquels s'organise la genèse instrumentale de l'élève et/ou de l'enseignant. La théorie des situations didactiques (Brousseau 1998) nous permet de prendre en compte les interactions existantes dans le système didactique, notamment par le biais de la notion de contrat didactique et de milieu. Nous utiliserons aussi la double approche (Robert & Rogalski 2002) en tenant en compte des cinq dimensions pour l'étude des pratiques enseignantes : personnelle, institutionnelle, sociale, cognitive et médiative, en mettant l'accent sur la dimension personnelle car les autres dimensions sont déjà prises en compte par les autres éléments théoriques.

Ces éléments sont pris dans des cadres théoriques différents mais notre construction théorique permet de donner une cohérence constituant ainsi un faisceau théorique qui constitue la référence pour notre travail et nous permet d'éclairer notre sujet d'étude et nos questions de départ : comment concevoir et analyser des ingénieries de formation intégrant des technologies numériques ?

Pour répondre à cette question, nous tenons compte des éléments théoriques que nous venons d'indiquer. En outre, nous tenons comme importants certains résultats de recherche pour la définition de contenus de formation et les besoins des acteurs impliqués dans la formation. Par exemple en ce qui concerne la géométrie dynamique, la distinction entre dessin et figure est un résultat de recherche qui doit faire partie des contenus de formation.

Notre postulat de base pour la conception d'ingénieries de formation est ainsi systémique et fonctionnel : chaque dimension est nourrie à la fois par des éléments théoriques et « justifiée » par les fonctions que les différents éléments viennent remplir. Ces fonctions peuvent être liées à des besoins théoriques, à des besoins pragmatiques, à des besoins des acteurs ou à des besoins institutionnels. Certains travaux montrent qu'il existe un déficit

théorique lors de la conception des séances de mathématiques intégrant les technologies numériques. Par exemple, Imbert (2008) a montré à partir des pratiques de cinq enseignants qu'il n'y a presque pas de moments d'institutionnalisation de savoirs car les savoirs à enseigner et à apprendre ne sont pas identifiés par les enseignants. Il apparaît comme un besoin pour la formation la mise en évidence de savoirs qui pilotent le « pourquoi faire » de l'intégration des TICE, et non seulement les « que faire » et « comment faire » même si cela est aussi important. Ainsi nous essayerons à chaque fois de « justifier » les fonctions attribuées aux différents éléments de la formation.

Avant de présenter notre ingénierie de formation, nous voulons faire la distinction entre ingénierie et parcours de formation. L'ingénierie de formation est conçue de manière préalable à la mise en œuvre en tenant compte d'un certain nombre de variables théoriques tandis que le parcours de formation est une instanciation temporelle et contextuelle d'une ingénierie de formation en tenant compte de la mise en œuvre effective et particulière liée aux acteurs impliqués, au contexte et à la durée de la formation. Plusieurs parcours peuvent exister à partir d'une même ingénierie de formation car ils correspondent à différentes positions et déplacements par rapport à l'espace multidimensionnel défini dans cette même ingénierie.

### **3 – Présentation d'une ingénierie de formation**

Les variables que nous allons utiliser pour concevoir l'ingénierie de formation sont celles que nous avons définies par rapport à la géométrie dynamique. D'autres travaux (par exemple Emprin 2007) vont aussi dans ce même sens. L'objectif de notre ingénierie est de proposer des parcours de formation à des professeurs des écoles (stagiaires ou titulaires) pour qu'ils puissent intégrer dans leur pratiques l'usage des calculatrices à l'école primaire dans le domaine numérique. Nous nous plaçons ici du point de vue du concepteur et nous ne précisons pas les différentes stratégies pour mettre en œuvre cette ingénierie.

#### **3.1 – La dimension personnelle**

Depuis très longtemps, des travaux en didactique des sciences (moins en didactique des mathématiques) ont montré l'intérêt de partir des conceptions (ou représentations) initiales des élèves à propos d'une notion pour ensuite bâtir des ingénieries didactiques à partir de ces conceptions (souvent erronées) (Joshua et Dupin 1993). Les travaux sur les représentations des enseignants (Robert & Robinet 1992)) ont aussi montré que les pratiques des enseignants dépendent de leurs représentations sur les mathématiques, l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Ces travaux nous incitent à prendre comme variable pour la formation le travail sur les représentations des enseignants à propos des usages des calculatrices. En outre le travail de Favre & Tièche-Christinat (2007) et notre propre travail sur les calculatrices à l'école primaire (Assude 2007) ont permis de mettre en évidence un certain nombre de résistances sur lesquelles nous avons intérêt à nous appuyer pour faire évoluer les pratiques existantes avec les calculatrices à l'école primaire qui restent très limitées. Le but est de travailler à partir du positionnement des acteurs par rapport à cet artefact, et de créer les conditions pour qu'il y ait une adhésion et un engagement.

La question travaillée ici sera : quelles représentations les professeurs (ou stagiaires) ont-ils sur les calculatrices et sur leur usage à l'école primaire ? Ce travail peut être fait à partir d'un questionnaire. Ce questionnaire est constitué de questions ouvertes et de questions fermées à propos des rhétoriques utilisées pour défendre ou non les usages des calculatrices.

Une phase collective est conseillée pour mettre en évidence les arguments pour ou contre l'utilisation de la calculatrice. Le travail proposé par la suite tiendra compte de ce type

d'arguments. Par exemple, pour les personnes qui affirment que l'usage des calculatrices empêche les élèves d'apprendre à calculer mentalement, des types de tâches seront proposés pour montrer la complémentarité de ces deux types de calcul : calcul mental et calcul instrumenté.

### **3.2 – La dimension institutionnelle**

Dans le cadre anthropologique, la dimension institutionnelle est très large car cela peut aller de l'institution scolaire, à l'institution « établissement » ou encore à l'institution « classe ». Nous allons restreindre ici à la dimension officielle de l'institution scolaire à travers les textes officiels : les programmes mais aussi les documents d'application ou les documents d'accompagnement. Toutefois, les outils utilisés pour cette analyse comprennent déjà la notion de praxéologie qui sera développée dans une autre dimension qui n'est pas bien-sûr indépendante de celle-ci.

La question travaillée ici est la suivante : quelles sont les attentes de l'institution scolaire, et à travers elle, de la société, par rapport aux usages des technologies numériques, notamment les calculatrices ? Ces attentes seront identifiées à partir des textes officiels. Des relations seront établies entre ces attentes et les représentations des acteurs : les arguments des documents officiels sont-ils ou non en contradiction avec les arguments des acteurs ? Nous ferons le lien entre la dimension personnelle et la dimension institutionnelle.

Des interprétations pourront être données par rapport à certaines formulations des programmes. Par exemple, comment interpréter « utiliser sa calculatrice à bon escient » ? Le problème devient alors : « que faire » avec les élèves pour qu'ils utilisent la calculatrice à bon escient ? Ainsi la dimension praxéologique répond non seulement à des besoins institutionnels mais aussi à des besoins des acteurs.

### **3.3 – La dimension praxéologique**

Cette dimension est au cœur de l'ingénierie de formation puisque l'organisation du travail mathématique de l'élève est un besoin pour l'enseignant puisque l'une des préoccupations des enseignants est la suivante : « que faire faire à mes élèves ? ».

Nous avons adopté une approche fonctionnelle, ainsi nous allons mettre en évidence les différentes fonctions que la calculatrice peut avoir dans le travail de l'élève dans le domaine numérique et présenter des praxéologies complètes ou incomplètes qui permettent d'illustrer ces fonctions. Dans le cas des calculatrices, le document d'accompagnement des programmes de 2002 sur les calculatrices est organisé dans ce sens. Là encore un travail peut être fait à partir de cette ressource institutionnelle. Ce n'est pas toujours le cas comme nous pouvons l'observer dans le cas de la géométrie dynamique où les différentes fonctions que le logiciel peut assumer ne sont pas vraiment répertoriées. Cette approche fonctionnelle nous permet aussi de mettre en évidence la « plus value » des calculatrices dans le travail mathématique de l'élève.

Sans rentrer dans le détail des types de tâche proposés, indiquons quelques-unes des fonctions des calculatrices :

- la calculatrice comme aide à l'apprentissage du calcul mental : cette fonction permet de travailler sur la résistance qui consiste à dire que les élèves n'apprennent pas à calculer mentalement s'ils utilisent cet artefact ;
- la calculatrice comme outil pour vérifier des calculs faits autrement : cette fonction est celle qui apparaît le plus souvent dans les arguments pour l'usage des calculatrices ;

- la calculatrice comme aide dans la résolution de problèmes pour alléger la charge de l'élève ;
- la calculatrice comme aide à l'apprentissage du système de numération décimale : cette fonction est celle qui étonne le plus les enseignants avec lesquels nous avons travaillé en formation initiale et continue.

Un type de tâches indiqué est le suivant : on indique à l'élève de taper un nombre à l'écran (par exemple 56) ; sans effacer ce nombre l'élève doit faire le moins d'opérations possible pour qu'un autre nombre s'affiche (par exemple 66). L'élève peut être tenté d'ajouter une unité mais il aura tout de suite une rétroaction de la calculatrice. La « plus value » de la calculatrice dans ce type de tâches est reconnue par les enseignants avec qui nous avons travaillé, même ceux qui étaient le plus réticents à utiliser les calculatrices dans la classe.

### **3.4 – La dimension instrumentale**

Cette dimension n'est pas indépendante du travail mathématique proposé aux élèves mais il nous semble important de la détacher pour la mettre en relief. Pourquoi ? Un certain nombre de travaux de recherche ont mis en évidence (par exemple Artigue 2001, Lagrange et alii 2003, Trouche 2005) que l'usage des artefacts ne va pas de soi et que les processus de genèse instrumentale sont complexes. Dans un de nos travaux, nous avons montré que la première année de l'intégration d'une technologie numérique (dans notre cas il s'agissait de Cabri), les enseignants ne font pas assez d'attention à cette dimension instrumentale, ce qui a été vérifié aussi par Imbert (2008). La transparence de l'outil est souvent une des stratégies de l'enseignant : laisser cela à la charge des élèves. Or la complexité des processus de la genèse instrumentale fait que l'enseignant peut se confronter à des difficultés de gestion de l'artefact, même avec un artefact comme une calculatrice simple.

Les questions posées ici sont les suivantes : comment initier les élèves à l'artefact ? Quel type d'orchestration (Trouche 2005) ? Ainsi l'initiation à l'outil doit être organisée par l'enseignant, et certaines des connaissances instrumentales (connaissances de l'artefact) peuvent être institutionnalisées dans la classe.

### **3.5 – La dimension épistémologique**

Dans cette dimension, nous nous poserons des questions autour de la nature du savoir numérique instrumenté. Il nous semble incontournable de mener une réflexion sur le calcul et les instruments, sur les nombres, leur écriture et les instruments. Cette réflexion peut être appuyée par des ressources existantes, telles que celle publiées par le CREM, piloté par Jean-Pierre Kahane (2002). Par exemple, la relation entre calcul et raisonnement nous paraît un point à mettre en valeur. Souvent on oppose calcul et raisonnement en mettant le calcul du côté des algorithmes et des automatismes. Or les activités de calcul (et en particulier de calcul instrumenté) peuvent être l'occasion d'un apprentissage du raisonnement. En mettant l'accent sur cette dimension, nous voulons aussi créer un espace où les enseignants prennent de la distance par rapport aux besoins des élèves et s'intéressent au savoir mathématique plus largement que dans leur institution « classe ».

### 3.6 – La dimension des ressources

Dans toutes les dimensions précédentes les ressources apparaissent mais elles ne constituaient pas une dimension en soi. Or même si cette dimension n'est pas indépendante des autres, nous voulons la mettre en relief car un certain nombre de travaux (Gueudet & Trouche 2008) ont montré l'importance du travail documentaire dans le travail enseignant. L'existence de ressources est une condition nécessaire pour l'intégration des technologies dans les classes mais ce n'est pas une condition suffisante pour une intégration réelle. Imbert (2008) a montré que les manuels existants actuellement pour l'enseignement primaire ne présentent pas beaucoup d'activités utilisant ces technologies (pour certains c'est même inexistant). A travers des entretiens, certains auteurs des manuels n'envisagent pas, pour des raisons diverses (par exemple contraintes économiques ou contraintes temporelles de manque d'expérimentations) d'intégrer ce type d'activités dans les prochaines éditions. Pour ces raisons, il nous semble essentiel de mettre l'accent sur cette dimension de deux points de vue : celui de l'analyse et celui de la production.

Un premier travail proposé est celui de l'analyse des ressources existantes et notamment les manuels : quels sont les types de tâches avec des calculatrices proposés dans les manuels ? Quelles sont les fonctions que cet outil assume dans le travail ?

Un deuxième type de travail est celui de la production de ressources pour l'enseignant mais aussi pour le formateur. Cette production de ressources a deux fonctions : la première est de combler le manque de ressources pour l'enseignement et aussi pour la formation ; la deuxième est celle de favoriser l'engagement des acteurs dans cette intégration.

La production de ressources a pris deux formes différentes : d'une part nous avons transformé des exercices en intégrant les calculatrices d'une manière fonctionnelle, à savoir que la calculatrice apportait un plus pour l'activité ; d'autre part nous avons demandé à des enseignants de mettre en œuvre certaines activités, ensuite nous avons filmé et produit un diaporama (avec textes et extraits des vidéos faites en classe).

#### *4 – De l'ingénierie aux parcours de formation*

Cette ingénierie a été conçue dans le cadre d'un groupe de recherche et de développement de l'IUFM d'Aix-Marseille depuis l'année 2005 constitué par 7 formateurs<sup>2</sup> qui interviennent en formation initiale et continue des professeurs d'école. Cette ingénierie a évolué pendant les trois années mais elle a gardé l'essentiel qui était constitué par les différentes dimensions que nous avons utilisé lors du travail avec les logiciels de géométrie dynamique. Elle a été mise en œuvre dans des contextes différents en formation initiale des PE2 (professeurs d'école stagiaire) et en formation continue des professeurs des écoles.

Nous allons présenter les différentes étapes par lesquels un formateur de ce groupe a organisé sa formation sur les calculatrices pendant les années précédentes sans rentrer dans les détails. Nous le faisons à partir d'entretiens faits a posteriori. Ce formateur –appelons-le Dominique – a plus de 10 ans d'expérience dans la formation des professeurs d'école. Nous allons présenter les différentes étapes de la formation qu'il organise sur les calculatrices. Ensuite nous ferons une analyse de ce parcours particulier qui peut être comparé à d'autres et nous ferons certaines hypothèses pour des travaux postérieures.

---

<sup>2</sup> Ce nombre a varié selon les années (maximum dix).

#### 4.1 – Etapes dans la formation

Le contexte est celui de la formation initiale des professeurs des écoles, la formation des PE2. Il y a eu plusieurs étapes dans la prise en charge d'une formation aux usages des calculatrices par Dominique. Nous montrerons cette évolution.

Dans un premier temps, il n'a pas intégré dans la formation les usages des calculatrices :

« au départ, je ne pensais pas que c'était important de faire une formation aux calculatrices. Il y a tellement de choses à faire que ça je ne faisais pas. C'est à partir de la sortie du document d'accompagnement sur les calculatrices dans les années 2001 ou 2002 par là que je me suis dit : là c'est vraiment important qu'ils connaissent ce document, et j'ai commencé à l'utiliser. »

Dans une deuxième étape, la formation consistait à présenter le document d'accompagnement sur les calculatrices, surtout les activités pour les élèves :

« Qu'est-ce que je faisais exactement ? Je présentais les activités pour les élèves parce que je n'avais pas beaucoup de temps, et j'allais à l'essentiel. Les stagiaires veulent avoir des recettes tout de suite, et moi je leur montrais ce qu'on pouvait faire faire aux élèves. »

Dans une troisième étape, que coïncide avec la participation au groupe de recherche et développement, Dominique présentait non seulement les activités mais il utilisait le questionnaire comme point de départ pour introduire une réflexion sur leurs représentations et partir de là pour présenter le document :

« ma participation au GRD Maths et Tice a été importante car ça m'a permis de voir ce que les autres faisaient. Par exemple, je ne m'intéressais pas vraiment à la partie technique. Les discussions dans le groupe sur le côté instrumental m'ont permis de le prendre en compte. Je ne pensais pas que ça puisse être important. Le questionnaire, c'était aussi important. Maintenant je l'utilise souvent pour lancer la discussion. Les PE2 rentrent bien dans ce type de débat, en plus ça me permet de faire le lien avec les programmes et le document d'accompagnement. Ensuite je présente les activités pour les élèves qui continuent à être le point central de la formation. »

Dans une quatrième étape, il y a l'introduction au travail sur les ressources autres que le document d'accompagnement, notamment les manuels, et surtout la production de ressources par les stagiaires eux-mêmes. Cela coïncide avec la généralisation du C2I2e et la contrainte de valider certains items de ce certificat.

« Cette dernière année, j'ai utilisé le travail sur les calculatrices pour valider certains items du C2I2e. J'ai proposé aux stagiaires de préparer une ou deux séances en montrant l'intérêt de la calculatrice, ensuite ils faisaient ces activités en classe avec leurs élèves dans un des stages, et ensuite ils faisaient une analyse de ce qui s'était passé. Après ils m'envoyaient un document avec la fiche de prép et le bilan, et je pouvais alors valider des items. Tous les stagiaires n'ont pas voulu faire ça ; ils pouvaient être validés en français aussi. Mais pour certains ça a permis d'avoir une pratique là-dessus ce qui est bien par la suite. »

Dans une cinquième étape, il y a la production de ressources pour la formation qui apparaît comme un point important :

« J'ai bien aimé ce que nous avons fait avec les classes et le diaporama est un moyen précieux pour la formation maintenant. J'ai déjà utilisé certaines des vidéo en formation avec les PE2 mais aussi avec les T1 et en formation continue. C'est une bonne illustration de ce qu'on peut faire faire aux élèves et en plus les différents extraits permettent de montrer les différentes fonctions de la calculatrice. En formation le diaporama je ne l'utilise pas vraiment parce que je dis les choses oralement mais j'utilise les images et ce que je dis c'est écrit. Je perds moins de temps en parlant qu'en montrant tout le

diaporama mais il me sert de référence ; je sais ce que j'ai à dire. Ce serait bien d'avoir d'autres comme ça, pour d'autres sujets. »

Sans détailler, Dominique fait le lien avec la formation continue :

« Dans certains stages de formation continue, j'ai aussi proposé des formations sur la calculatrice. Souvent j'ai plus de temps dans ce type de formation qu'avec les PE2. J'ai simplement 3h avec les PE2, parfois un peu plus. Comme j'ai plus de temps, j'adapte la formation : je présente plus d'activités, et je les fais toujours produire des ressources pour la classe même si certains résistent. Ils ne veulent pas parler de calculatrices en classe. Les images des classes sont souvent un moyen de leur montrer que ça marche et qu'on peut faire des choses intéressantes et que les élèves apprennent quand même à calculer. »

A partir de ces extraits, et sans vouloir généraliser, nous allons faire une analyse en termes de contraintes à prendre en compte dans la mise en œuvre de parcours de formation.

## 4.2 – Analyse et hypothèses

Une ingénierie de formation telle que nous l'avons conçue n'est pas forcément un parcours de formation mais est une construction théorique qui permet de définir un espace à plusieurs dimensions. Les dimensions ne correspondent pas à un ordre même si parfois nous avons pu le présenter ainsi. Toutefois la mise en œuvre va impliquer un choix de positions dans cet espace et un ordre : ce sera un parcours de formation associé à cette ingénierie.

Plusieurs contraintes déterminent un parcours de formation. Précisons ici que, pour le moment, nous parlons de parcours présentiel.

### *Contrainte temporelle*

Une première contrainte est temporelle. La durée de la formation est une contrainte qui détermine les choix à faire dans une ingénierie. Le parcours sera d'autant plus court que l'on disposera de moins de temps. C'est une évidence mais ce qui nous intéresse ce sont les choix de parcours induits par cette contrainte.

Une première hypothèse (soutenue par des observations dans notre petit groupe) est qu'un parcours court va se centrer d'abord sur la dimension praxéologique et sur la dimension institutionnelle. C'est ce qui disait Dominique qui d'abord montrait des activités pour les élèves : « j'allais à l'essentiel ».

Une deuxième hypothèse est qu'un parcours court (et même moyen) ne permet pas d'aborder certaines dimensions. La dimension qui apparaît le moins souvent est la dimension épistémologique. Dominique ne parle pas de cette dimension mais nous lui avons posé la question. Il nous a répondu qu'il n'avait jamais eu le temps d'aborder cette dimension. Ce problème de temps se pose moins dans certaines formations continues et, même là, Dominique n'a pas choisi de l'intégrer dans son parcours de formation.

### *Contrainte des ressources*

Nous avons dit que l'existence de ressources est une condition nécessaire mais non suffisante pour l'intégration de technologies numériques dans la formation et dans l'enseignement. Pour Dominique, l'existence d'une ressource institutionnelle comme le document d'accompagnement des programmes de 2002 sur les calculatrices a été important pour qu'il commence à proposer un parcours de formation à ce propos. Il faut dire aussi que les manuels correspondant à des programmes avant 2002 ne présentaient pas beaucoup d'activités utilisant les calculatrices. Quels types de ressources ?

Une première hypothèse à ce propos est que le type de ressources le plus utilisé pour la mise en œuvre d'un parcours de formation est celui qui met l'accent sur la dimension praxéologique et sur la dimension institutionnelle. Seulement dans un deuxième temps, d'autres types de ressources comme des articles de recherche ou de réflexion épistémologique, sont utilisés, au moins du point de vue personnel. Dans le cas de Dominique, la lecture du livre édité par Jean-Pierre Kahane vient plus tard et même s'il n'utilise pas cette ressource il l'a comme référence.

La deuxième hypothèse est relative au rôle de certaines ressources pour faire prendre conscience de l'importance de certaines dimensions. Nous pensons ici à la dimension instrumentale qui n'est pas toujours prise en charge dans les formations et aussi dans les pratiques de classe. Le fait qu'il y a eu une présentation de certains articles de recherche sur les processus de genèse instrumentale ont permis à Dominique de prendre conscience de cette dimension.

### *Contraintes institutionnelles*

Les programmes et les textes officiels sont souvent présents dans les parcours de formation mais la contrainte de la validation du C2I2e est plus récente car ce certificat n'est devenu obligatoire que pendant l'année 2007/2008. Cette contrainte apparaît comme un levier pour que certains stagiaires intègrent les calculatrices dans leurs classes. L'un des arguments est que ce type de technologie est accessible matériellement dans les classes ce qui n'est pas toujours le cas pour d'autres technologies. En outre, la production de ressources pour la classe apparaît comme un moyen d'adhésion et d'engagement des acteurs dans cette intégration car ils se rendent compte de la faisabilité de cette intégration.

### *Adhésion des acteurs et communauté de pratiques*

Dominique affirme l'importance de la participation à un groupe qui non seulement réfléchit sur l'intégration des technologies numériques dans la formation et dans les pratiques en classe mais aussi produit des ressources pour la formation. Vu ce que nous avons observé du travail dans ce groupe de développement, nous pouvons parler ici de communauté de pratiques (Wenger, 1998). La production collective de ressources engageant enseignants et formateurs implique une forte adhésion des acteurs car cela prend beaucoup de temps et inversement cela crée un fort engagement pour utiliser ces ressources en formation ou dans l'enseignement. Dominique parle de « moyen précieux pour la formation » puisque effectivement il a été produit en tenant compte des besoins des formateurs, des enseignants, des élèves et il sert d'illustration à ce qu'on peut faire en classe en montrant certaines fonctions de la calculatrice.

Les parcours de formation mis en œuvre par Dominique tiennent compte de cette dimension personnelle, à travers le travail sur les représentations des stagiaires dans une phase initiale, et à travers l'engagement des acteurs dans la production de ressources pour la classe par la médiation d'un diaporama (ou des extraits de vidéo de classes) produit par le formateur dans un cadre collectif.

## ***5 – Discussion : quelles adaptations vers pairform@nce ?***

Nous avons décidé, en accord avec les équipes Edutice (INRP), Cread (Rennes), et IREM de Montpellier, de présenter un projet de conception d'un parcours de formation dit [pairform@nce](#) pour le premier degré car ces équipes ont conçu d'une manière collaborative des parcours pour le second degré et d'y associer un travail de recherche comme cela a été le cas pour les autres parcours (voir Gueudet & Trouche 2009). Ce dispositif national de formation continue est présenté dans ce groupe par Gueudet et Trouche, donc je ne vais pas le

répéter. Je vais seulement ici reprendre certaines de ces informations pour pouvoir poser quelques questions de recherche.

Est-il possible d'adapter notre ingénierie de formation (et les parcours que nous avons mis en œuvre) pour concevoir un parcours [pairform@nce](#)? Notre réponse a priori est positive mais nous devons vérifier la compatibilité en termes des principes, des buts et des moyens. Cette étude de compatibilité sera faite au long du travail mais nous pouvons déjà dire rapidement que, par rapport aux principes, il en a deux qui sont à la base de ce dispositif : on ne se forme pas d'une manière isolée mais avec d'autres au long d'un parcours ; on peut mutualiser son expérience en faisant évoluer les parcours mis sur une plateforme collaborative (voir Gueudet & Trouche 2009). Ces principes ne sont pas incompatibles avec notre positionnement. D'une manière similaire, nos principes systémique et fonctionnel sont-ils compatibles avec [Pairform@nce](#)? Les buts sont-ils compatibles ? Là la réponse n'est pas difficile à donner : nous sommes dans les deux cas dans un but de former les enseignants aux usages des TICE avec des pairs et en étant acteurs en tant que concepteurs dans l'usage. Les moyens, sont-ils compatibles ? Ici la réponse n'est pas immédiate : ce sera le travail d'adaptation ou de transformation qui permettra de le dire.

Les parcours [pairform@nce](#) sont structurés en 7 étapes : l'introduction (1<sup>ère</sup> étape), la sélection des contenus et la formation des équipes (2<sup>ème</sup> étape), l'auto-formation et co-formation à distance (3<sup>ème</sup> étape), la production collective d'une séquence ou activité pédagogique (4<sup>ème</sup> étape), la mise en œuvre de la séquence (5<sup>ème</sup> étape), le retour réflexif sur cette mise en œuvre (6<sup>ème</sup> étape) et l'évaluation (7<sup>ème</sup> étape). Ces étapes et les ressources associées sont précisées dans le cahier de charges du concepteur. Par ailleurs le travail de recherche (Gueudet & Trouche 2009) déjà mené par les équipes indiquées plus haut a montré l'importance de l'*assistant méthodologique*, à savoir des « éléments d'une ressource, ici d'un parcours, [qui] facilitent (pour un formateur ou un stagiaire) à la fois sa mise en œuvre et son évolution ».

Ainsi un premier type de questions de recherche se focalisera sur le « comment ». Comment adapter notre espace multidimensionnel et fonctionnel pour la définition de contenus de formation (étapes 1 à 3) ? Quels types d'assistants méthodologiques proposer de manière à ce que les acteurs puissent s'auto-former et co-former ? Nous partirons ainsi des résultats déjà obtenus par les autres équipes pendant l'année précédente pour les mettre à l'épreuve lors de la conception de ce parcours pour le primaire en tenant compte de notre point de départ qui est le travail fait auparavant. Une approche comparatiste des parcours que nous avons conçus et les parcours déjà conçus (ou à concevoir) dans le cadre du dispositif [pairform@nce](#) est un moyen pour avancer dans les réponses à deux questions : quel est le rôle des outils théoriques dans la conception de parcours de formation? Quelles sont les conditions de compatibilité entre parcours de formation ? Ce deuxième type de questions, posant des problèmes théoriques, nous paraissent aussi essentiels pour clarifier certaines relations entre recherche et formation.

## **Références**

Artigue M. (2001), Learning mathematics in a CAS environment : the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *Journal of Computers for Mathematical Learning*, vol.7.3, 245-274.

Assude T. & Grugeon B. (2006), Développement d'ingénieries de formation des enseignants pour l'intégration des TICE, *revue Quadrante*, Vol.XIII, n°2, 2004, 31-50.

- Assude T. (2007), Degré d'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. In Bednarz, N., Mary, C. (dir.), *L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés*. Actes du colloque EMF2006 (cédérom). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Assude T. (2007), Modes et degré d'intégration de Cabri dans des classes du primaire. In Floris R. et Conne F. (ed), *Environnements informatiques, enjeux pour l'enseignement des mathématiques*. (pp.119-134). Bruxelles : De Boeck.
- Brousseau G. (1998), *La théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Chevallard Y. (1999), L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Emprin F. (2007), *Formation initiale et continue pour l'enseignement des mathématiques avec les TICE : cadre d'analyse des formations et ingénierie didactique*, Thèse de didactique des disciplines, Université Paris VII – Denis Diderot.
- Favre J-M. & Tièche Christinat C. (2007), La calculette : un outil médiateur de la relation ternaire dans l'enseignement spécialisé. In Floris R. & Conne F, *Environnements informatiques, enjeux pour l'enseignement des mathématiques* (pp.95-118). Bruxelles : De Boeck.
- Gueudet G., Trouche L. (2008), Vers de nouveaux systèmes documentaires des professeurs de mathématiques. In Bloch I., Conne F. (dir.), *Actes de la 14ème Ecole d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Gueudet G., Trouche L. (2009), Développement de ressources pour l'enseignement et dispositifs de formation : éléments de réflexion à partir du dispositif français [Pairform@nce](mailto:Pairform@nce). Communication au colloque EMF 2009, Dakar, Sénégal.
- Imbert J-L. (2008), *L'intégration des TICE dans les pratiques mathématiques à l'école primaire*, Thèse en sciences d'éducation. Université de Provence.
- Joshua S. & Dupin J.J. (1993), *Introduction à la didactique des mathématiques et des sciences*. Paris : P.U.F.
- Lagrange J.-B., Artigue M., Laborde C., Trouche L. (2003), Technology and Mathematics Education: a Multidimensional Study of the Evolution of Research and Innovation, in A. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. K. S. Leung (dir.), *Second International Handbook of Mathematics Education* (239-271). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Kahane J-P. (2002) (dir), *L'enseignement des sciences mathématiques. Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques*. Paris : Odile Jacob.
- Rabardel P. (1995), *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rabardel P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In M. Bailleul (Ed.), *Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-213). Houlgate: IUFM de Caen.
- Robert A. & Robinet J. (1992), Représentations des enseignants et des élèves. *Répères-IREM*, n°7, 93-99.
- Robert A. & Rogalski J. (2002), Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques: une double approche, *Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2, n°4, 505-528.
- Trouche L. (2005), Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. *Recherches en didactique des mathématiques* 25(1), 91-138.
- Wenger E. (1998), *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. New York: Cambridge University Press.