

PENSER LA FORMATION AVEC DES CONCEPTS ISSUS DE LA DIDACTIQUE

Annie PEIX

Professeur de mathématiques, IUFM DE LYON
annie.peix@wanadoo.fr

Claude TISSERON

Maître de conférences, UCB LYON1
LIRDHIST-LYON 1
tisseron@univ-lyon1.fr

Résumé

La formation des professeurs d'école doit prendre en compte la demande de l'institution de leur voir réaliser la conduite de problèmes de recherche en mathématiques.

L'observation de classes montre que la gestion de telles situations est extrêmement complexe. En effet, la mise en œuvre et la conduite de situations de classe permettant aux élèves d'exercer une activité autonome de production de savoirs par une recherche et des échanges argumentés entre pairs est pour l'enseignant et les élèves un lieu de négociation et d'élaboration de divers types de répartition des rôles, responsabilités et modalités de fonctionnement et d'utilisation du savoir. Pour nous, la conduite de ces situations est pour l'enseignant un lieu d'expérimentation, de mise en œuvre et d'approfondissement de compétences nombreuses et variées qui lui sont utiles dans l'ensemble de son activité professionnelle. Cette utilité est liée aux nombreuses dimensions (psychoaffective, relationnelle, pédagogique, didactique...) qu'il doit gérer simultanément dans l'action.

L'objectif de la recherche menée pour l'IUFM de Lyon a été de construire une situation de formation à la conduite de problèmes de recherche qui soit aussi une formation à des gestes et attitudes professionnels "génériques". Après une analyse de formations existantes sur ce thème, le repérage de leurs manques par rapport aux besoins exprimés par les enseignants, et un détour par une analyse didactique du dispositif de formation permettant de le repenser, la recherche a permis l'élaboration d'une ingénierie de formation qui sera présentée. Celle-ci permet l'expérimentation réflexive contextualisée de gestes appropriés avec comme référence une théorie du "problème de recherche" construite par les stagiaires eux-mêmes dans la formation.

La méthodologie utilisée pour la conception du dispositif utilise des concepts de la théorie des situations, mais en les repensant dans le contexte de la formation des maîtres. Son intérêt vient de ce que le questionnement et les outils qu'elle propose semblent pertinents pour d'autres disciplines que les mathématiques.

I – LE CADRE DE LA RECHERCHE

I – 1 Le projet de formation, le *problème ouvert* comme problème de recherche

La finalité du projet de formation est de mettre à la disposition des professeurs d'école des organisations raisonnées de situations permettant que "l'élève soit confronté à de véritables problèmes de recherche", comme il est mentionné depuis de nombreuses années dans les I.O.

Il s'agit de donner aux professeurs d'école les moyens de conduire de façon appropriée des problèmes de recherche en classe : fournir un ancrage théorique (faire comprendre pourquoi ça marche) ; donner des outils didactiques et pédagogiques (faire comprendre et montrer comment le faire) ; constituer un rapport au savoir approprié.

Les situations proposées en formation font référence à la pratique d'innovation du *problème ouvert* mise en place par l'IREM de Lyon depuis une quinzaine d'années, et qui a montré son efficacité pour modifier le rapport aux mathématiques tant pour les élèves de collège (Arsac et al., 1988) que pour les futurs professeurs d'école en formation initiale (Peix, mémoire de DEA, 1997, et Peix, Tisseron, 1998). Des difficultés de diffusion de cette innovation ont été montrées dans (Arsac et al., 1992).

Si le problème ouvert a fait l'objet de nombreuses expérimentations et recherches, en particulier sur le scénario et le rôle du maître, au niveau du collège, le problème de sa transposition à l'école élémentaire - comme exemple typique de problème de recherche - n'est pas résolu. Les formations étudiées au début de cette recherche confirment la difficulté dans laquelle se trouvent les enseignants pour réaliser à leur satisfaction la conduite de problèmes de recherche. Cette difficulté est due à l'absence "d'au moins une technique, à portée non vide, relativement fiable et assez facilement maîtrisable, pour accomplir ce type de tâches" pour reprendre l'expression que (Chevallard, 1996) utilise à propos de tâches à réaliser au lycée.

I – 2 Le problème de la formation

Si la description des dispositifs et de leurs modalités de gestion fournit des techniques enrichissant l'outillage pédagogique de l'enseignant, le problème de la formation est de permettre l'intégration d'attitudes et de compétences nouvelles qu'implique une complexification des rôles à tenir par les enseignants au sein de ces nouvelles tâches. Cette évolution ne va pas de soi : beaucoup d'enseignants de mathématiques ont encore du mal à intégrer des problèmes de recherche dans leur pratique usuelle d'enseignement. Cette difficile intégration n'est pas seulement due au fait que les contenus d'enseignement eux-mêmes et l'évaluation de leurs apprentissages n'en nécessitent pas directement l'usage. Elle vient aussi des résistances des enseignants aux coûts cognitif et organisationnel de changements complexes, dans un milieu par ailleurs bien régulé au sein de contraintes extrêmement fortes (Crahay, 1989).

I – 3 Une hypothèse

Nous faisons l'hypothèse que la conduite réfléchie de problèmes de recherche est un instrument de développement de compétences professionnelles en ce qu'elle permet à l'enseignant d'expérimenter de nouveaux rôles, par exemple en donnant aux élèves davantage de responsabilités.

Cette responsabilisation des élèves s'accompagne naturellement du développement de leur autonomie et de leurs capacités d'écoute mutuelle et d'argumentation lors de tâches coopératives. Pour cela cette responsabilisation nous paraît l'élément clé (ou fondateur) d'un contrat pédagogique spécifique. En effet, le type de contrat d'un problème de recherche en autonomie implique une complexification des fonctions de l'enseignant, car celui-ci doit intégrer dans une pratique coutumière requise par les exigences du programme, l'inconnu d'une situation nouvelle en grande partie dévolue aux élèves, au

sein de laquelle il doit assumer divers rôles. Ces différents rôles impliquent la construction par l'enseignant de leur signification par rapport à une conduite de classe plus "directive" qui reste largement dominante par ailleurs.

De plus, pour nous, l'importance de la formation à tenir ces différents rôles tient au fait que ceux-ci peuvent être utilisés au quotidien en dehors des situations spécifiques de recherche, et qu'ils correspondent à une attitude dans laquelle le travail de l'élève est reconnu pour ce qu'il est et l'erreur est constitutive de l'apprentissage. La capacité à adopter une telle attitude ne va pas de soi et son adoption constitue pour Favre (1995) une rupture par rapport à l'attitude courante dans laquelle l'erreur doit être évitée.

II – LES FORMATIONS OBSERVÉES EN 1999-2000

L'objet de la recherche en 1999-2000 consistait à identifier ce qui est pris ou non en charge par des formations existantes sur le problème de recherche dans l'Académie de Lyon, et comment est assurée cette prise en charge.

Partant des formations antérieures existantes, nous les avons modifiées pour en améliorer l'efficacité, en précisant les objectifs de formation, puis nous avons mis en œuvre une nouvelle formation de 9 heures, intégrée à un stage de formation continue cycle 2. Cette formation se déroulait ainsi : 6h, puis expérimentation en classe, puis 3h.

Par ailleurs, nous avons observé trois modules de formation initiale en PE2 à l'IUFM de Lyon, s'articulant aussi autour d'une expérimentation en classe.

Les résultats d'observation sont en accord avec nos hypothèses de départ. Dans les modules PE2 observés, nous constatons une permanence des questions des stagiaires sur divers points, et ceci même après les expérimentations en classe. Il s'agit d'abord de l'intérêt du problème de recherche pour l'élève et pour le maître et de sa place dans l'ensemble des activités en termes de cohérence et d'économie. Il y a aussi des questions récurrentes sur la gestion du travail de groupe, le type de production exigible en termes d'exactitude et de reflet des recherches du groupe, la gestion de l'expression écrite et orale, les modalités de validation du problème et plus généralement la question de la conclusion de la situation. Plusieurs de ces questions sont très présentes en particulier au cycle 2.

Pour toutes les formations observées, on constate une appropriation très variable du dispositif par les stagiaires. De plus, l'analyse des échanges montre une prise en charge insuffisante de certaines difficultés des stagiaires par le dispositif de formation, en particulier pour les questions citées. C'est à dire que l'analyse de l'ingénierie de problème ouvert proposée est souvent alimentée par les remarques des stagiaires observateurs, mais de fait prise en charge par le formateur.

De plus, les réponses apportées par le formateur sont souvent formulées en termes de conviction personnelle, de croyance dans les effets du problème ouvert observés de façon répétée. Sans exclure ce registre d'expression de croyances et convictions, il semblait nécessaire d'aller au-delà dans notre visée de construction de savoirs professionnels.

On peut interpréter d'une part les problèmes et questions soulevés par les stagiaires à propos de la pertinence et des modalités de la mise en œuvre de problèmes ouverts et d'autre part leur faible prise en charge par le dispositif de formation comme des indicateurs de problèmes de "transposition".

En juin 2000, suite à ces analyses de protocoles, nous formulons l'hypothèse que pour améliorer la formation, il nous fallait donner non seulement des techniques, mais aussi des outils didactiques (des références théoriques) qui permettent à l'enseignant de penser et d'adapter ces techniques, c'est-à-dire d'organiser et de conduire les problèmes de recherche, en fonction du cycle concerné. Nous explicitons ces outils théoriques comme relevant des notions de contrat/milieu, dévolution/institutionnalisation et validation avec le rapport aux mathématiques et à l'erreur.

On était ainsi dans une perspective de transposition des notions didactiques. Mais la contrainte de courte durée de la formation et le désir d'y maintenir une expérimentation rendent difficiles des apports théoriques didactiques conséquents.

Il semblait aussi que, pour répondre aux besoins de cohérence et d'économie exprimés par les stagiaires, il fallait montrer comment intégrer ces problèmes de recherche à l'ensemble des activités mathématiques, de façon à ce que leur mise en œuvre soit clairement finalisée, participe d'une dynamique globale, et que l'enseignant puisse faire vivre et utiliser le contrat créé lors de ces situations. Il nous fallait donc repenser le dispositif de formation en nous appuyant sur ces conclusions.

III – RETOUR SUR LE DISPOSITIF DE FORMATION ET LES SAVOIRS EN JEU

En septembre 2000, au vu de la complexité de la gestion des situations de recherche, qui nous est apparue par les questions des stagiaires dans les études précédentes, nous revenons sur la formation au problème de recherche par le biais des "savoirs professionnels" spécifiques permettant d'en conduire.

En utilisant le langage de la théorie des situations, les formations observées nous sont apparues en septembre 2000 comme de grosses situations dans lesquelles les phases d'action étaient prédominantes relativement aux savoirs relatifs à l'objet problème de recherche (le quoi). Mais, relativement aux gestes (le comment) et aux savoirs professionnels (le quand et le pourquoi) qui en permettent une réalisation appropriée, la formation fonctionne suivant un contrat comparable au contrat d'ostension défini par Brousseau (1995, p. 46) pour l'apprentissage des mathématiques. En paraphrasant Brousseau, le formateur "montre" un objet, ou une propriété de la situation, le stagiaire accepte de le "voir" comme le représentant d'une classe dont il devra reconnaître les éléments dans d'autres circonstances. La connaissance relative aux gestes et savoirs professionnels en jeu n'est pas *construite* par les stagiaires ni explicitée sous forme d'un savoir.

Le formateur utilise un répertoire de reconnaissance à la portée des stagiaires qui doivent voir la même chose que lui dans les objets présentés. Le formateur fait l'économie des situations de "formulation" des savoirs professionnels en jeu et de l'organisation du savoir correspondant.

Suite à ce constat, il nous apparaît que pour améliorer la formation, il est nécessaire de pouvoir expliciter les savoirs professionnels en jeu, puis de repenser la formation à ces savoirs. Pour repenser la formation, c'est-à-dire le dispositif de formation, nous utilisons la théorie des situations comme cadre de pensée pour faire en sorte que les savoirs (professionnels) visés *émergent des situations de formation avec une construction par les stagiaires eux-mêmes*, c'est à dire avec le minimum de "monstration" par le formateur.

La question pour les formateurs est alors de construire des situations de formation permettant, favorisant, induisant l'émergence de connaissances qui s'installeront comme savoir de la formation pour contrôler ensuite les actions conduites en classe, *a priori* pour les préparer, puis *a posteriori* pour les analyser. Ce savoir issu de la formation sera pour les stagiaires leur théorie du problème ouvert.

On envisage donc la construction par les stagiaires d'éléments de la théorie du problème ouvert sans donner nécessairement de vocabulaire didactique spécifique, et donc sans faire de l'acquisition d'un tel vocabulaire un objectif de la formation.

Le retour sur les actions réalisées en classe avec un contrôle prenant appui sur cette théorie de référence est envisagé par le biais d'un dispositif destiné à provoquer des argumentations autour des interprétations des actions réalisées en classe, des problèmes rencontrés et des décisions prises.

Ces interprétations confronteront les points de vue issus de la théorie construite collectivement avec les attitudes et comportements provenant de croyances, opinions personnelles, *habitus* réellement mis en œuvre en classe.

L'argumentation sur les interprétations provoque ainsi l'articulation des savoirs spécifiques de l'objet "conduite de problèmes de recherche en classe" avec les rapports personnels des stagiaires à cet objet dont elle convoque l'expression.

C'est à partir de ces idées générales que nous envisageons de réorganiser le dispositif de formation. Nous allons montrer comment nous avons modifié la formation en présentant de façon détaillée le nouveau dispositif repensé. Cette présentation permettra au lecteur d'en avoir une idée globale. Chemin faisant nous montrerons aussi notre interprétation de quelques effets de cette formation en analysant quelques interventions des stagiaires. Puis nous proposerons une analyse *a priori* de divers aspects du dispositif en utilisant le cadre interprétatif qui a guidé son élaboration.

IV – LA FORMATION EN 2000/2001, MODIFICATION ET ANALYSE

IV – 1 Le contexte des formations

Les deux actions concernées par cette nouvelle étude sont deux stages : en novembre/décembre 2000, le même stage de formation continue avec le même cadre qu'en 1999-2000 (6h en formation, expérimentation, 3h en formation). En janvier/mars 2001, élaboration d'un module de 9h destiné aux professeurs d'école stagiaires (PE2). Ce module est inséré dans un parcours de 30h, au centre local de l'IUFM de Bourg ayant

pour thème « rapport au savoir, conduite de classe ». Ce module comporte 6h en janvier puis une expérimentation en classe avec un retour en avril de 3h.

Les observables pour les actions concernées sont composés des éléments suivants : les transparents produits par les observateurs lors de la recherche du problème, les affiches produites par les stagiaires pour l'analyse de la situation vécue, les échanges des stagiaires lors de cette analyse et synthèse du formateur (protocole), les affiches produites pour l'analyse de l'expérimentation en classe, les échanges des stagiaires lors de cette analyse et la synthèse du formateur (protocole).

IV – 2 Description de la formation : les nouveaux outils de la formation

Les diverses étapes

Elles sont dans leurs intitulés les mêmes que dans les dispositifs antérieurs. Mais elles diffèrent dans leurs objectifs et les formes de travail proposées qui découlent des consignes modifiées. Pour la compréhension du lecteur, nous énumérons d'abord ces étapes, puis nous précisons ensuite les modalités de réalisation.

L'étape 1 est une recherche de problème en groupe. Il s'agit comme dans les stages précédents de faire vivre complètement une recherche de problème ouvert : recherche de problème en groupe et production d'une affiche avec débat collectif de validation, puis expression orale du vécu sur cette expérience.

L'étape 2 consiste en une analyse en petits groupes de la situation vécue. Nous allons présenter ci-dessous la consigne modifiée.

L'étape 3 consiste en échanges entre les stagiaires et une synthèse en grand groupe. Nous allons présenter ci-dessous la consigne modifiée.

L'étape 4 est la préparation de l'expérimentation en classe. Nous allons présenter la grille de préparation modifiée et la consigne de retour modifiée.

L'étape 5 est le retour sur l'expérimentation. Nous allons présenter le nouveau dispositif d'analyse et la synthèse enrichie.

Comme il n'y a rien de modifié dans l'étape 1, nous n'y revenons pas et nous commençons l'explicitation des modifications avec l'étape 2.

Étude de l'étape 2 : Analyse de la situation problème ouvert vécue à l'étape 1

Les groupes sont identiques aux groupes de l'étape 1. Chaque groupe doit produire une affiche pour décrire le dispositif qu'il vient de vivre à l'étape 1. L'ancienne consigne de 1999 était la suivante :

Vous venez de mettre en évidence certains effets produits lors de cette recherche de problème (essais, conjectures, richesse de la recherche, implication pour chercher et pour prouver, diversité des démarches, plaisir de faire des mathématiques,...).

Qu'est-ce qui a pu, selon vous, produire de tels effets ?

Poser des questions sur les divers éléments de la situation, en évoquant des faits précis qui ont eu lieu. Pour chaque point, faire ressortir les éléments de la synthèse.

Cette consigne visait à permettre aux stagiaires de reconnaître ce qui dans le dispositif pouvait produire les effets qu'ils avaient rencontrés et invitait directement à un débat oral sur ce point. La consigne de 2000 vise davantage à faire travailler les *relations* du dispositif problème ouvert et *sous une forme différente*. La voici :

Cette situation de recherche de problème, telle qu'elle a été conduite, a produit certains effets que vous avez mis en évidence.

Nous vous proposons de travailler maintenant sur la situation vécue, son dispositif, pour mieux en comprendre le fonctionnement, et pouvoir disposer de points d'appui pour à votre tour conduire de telles situations en classe, et obtenir les effets attendus.

Vous utiliserez à votre guise l'espace de l'affiche pour mettre en évidence les relations entre les éléments de la situation et les effets qu'ils produisent.

L'avantage d'une représentation graphique pour les stagiaires est de limiter l'usage de la langue aux éléments repérés, pour que les exigences de formulation ne fassent pas obstacle à la production de liens significatifs. Par ailleurs, du point de vue de l'analyse du dispositif, elle constitue un élément de symbolisation de l'expérience vécue dans le dispositif problème ouvert sur un registre graphique qui complète les registres sensori-moteur et langagier mis en œuvre dans l'expérience.

Les affiches produites montrent bien un souci de mise en évidence d'une organisation de la situation, une recherche de liens entre différents moments de la situation, symbolisés par des flèches. On y voit aussi une mise en évidence du rôle de chaque moment : par exemple sur l'une des affiches sont explicités le rôle du travail de groupe, le rôle de l'affiche, le rôle du maître.

Ce travail sur l'affiche, avec la consigne telle qu'elle a été donnée, a bien permis en un temps raisonnable (une petite heure) la formulation par les stagiaires des fonctions spécifiques des différents moments et de leurs articulations, ainsi qu'une explicitation et un début d'analyse du rôle du maître.

Étape 3 : échanges entre stagiaires, synthèse en grand groupe

Il y eu modification de l'orientation des échanges et de la synthèse en mettant l'accent dès le début sur les objectifs de la situation problème ouvert.

Les effets de la production des représentations graphiques -dont on remarque la richesse- apparaissent bien dans les échanges entre stagiaires autour de leurs affiches. Voici deux exemples d'échanges entre stagiaires sur les affiches :

Ensuite l'élève à la fin du travail de groupe, il expliquait son travail et il argumentait ce qu'il avait fait, ça permet aussi aux élèves de découvrir d'autres pistes de travail, d'autres façons d'avoir traité le problème et l'énoncé. On a dit aussi que ça permettait, enfin dans le groupe, un partage du travail et une certaine spécialisation parce qu'on n'a pas non plus travaillé de la même façon. Moi j'ai dessiné beaucoup, et par contre j'ai été bloquée après ...

Outre l'explicitation de fonctions spécifiques du dispositif, ces citations nous montrent une appropriation de la situation par des va et vient entre une projection dans la position de l'élève puis un retour au vécu du groupe.

Dans l'exemple ci-dessous, il y a pointage d'éléments du rapport au savoir de l'élève en problème ouvert :

Et puis ce travail de groupe permettait aussi aux élèves d'émettre des hypothèses et de tenter de vérifier ce qui n'empêchait pas, pendant un certain temps, de rester sur des erreurs. Par exemple, dans le groupe, il y a une loi qui ...

Au fur et à mesure des échanges, le formateur reformule les remarques des stagiaires pour accentuer le caractère de généralité qui est déjà souvent présent. L'accent est mis sur l'organisation de la situation et l'analyse a priori avec les liens entre : objectifs - type d'énoncé - dispositif - rôle du maître et la conduite à travers les rôles du maître.

Étape 4 : Préparation de l'expérimentation

L'ancienne consigne consistait en une demande de préparation collective en petit groupe d'un problème ouvert en classe, incluant le choix et l'adaptation d'un énoncé et un début d'analyse a priori. Dans la nouvelle grille de préparation écrite, les stagiaires doivent, en plus de l'anticipation de l'expérimentation, ***indiquer un objectif personnel de formation par rapport à la conduite de problème ouvert.***

De plus, en vue de l'analyse de l'expérimentation, la consigne précise : "***Notez, pour le retour vos remarques par rapport à vos objectifs personnels de formation.***"

L'objectif personnel de formation sert de fil conducteur pour le stagiaire, et incite à une attitude réflexive. Nous faisons aussi l'hypothèse que se fixer cet objectif joue sur l'anticipation de la situation que le stagiaire construit pour son expérimentation.

Étape 5 : Retour sur l'expérimentation

Ce retour utilise un nouveau dispositif d'analyse de l'expérimentation faite en classe. Nous ne revenons pas sur le premier dispositif de 99-00. Nous présentons directement l'organisation du travail dans cette étape avec les consignes proposées. Cette étape comporte trois moments :

1. Un bilan individuel à partir d'une grille qui donne des pistes pour ce bilan.

2. Un bilan par groupe ayant préparé collectivement l'expérimentation par niveau de classe et problème, ce bilan est élaboré sous forme d'une affiche qui est commentée lors des échanges.
3. Des échanges sur les affiches.

IV – 2.1 Bilan individuel avec une grille

La nouvelle consigne orale est la suivante : *"Vous listez : ce qui a été conforme aux prévisions, ce qui n'a pas été conforme"*. Elle est accompagnée d'une grille d'aide à l'analyse distribuée par écrit et qui est reproduite ci-dessous.

DES PISTES POUR FAIRE UN BILAN DE VOS OBSERVATIONS

1. Bilan du point de vue des élèves

- *Types de procédures apparues.*
- *Comportement des élèves pendant la recherche.*

Évolution éventuelle par rapport au comportement habituel en mathématiques.

- *Nature des échanges, pendant la recherche et pendant le débat.*
- *Comment s'est fait l'accord sur la validité des solutions ?*

2. Bilan du point de vue de la mise en œuvre

- *La consigne : a-t-il fallu la donner plusieurs fois ? la compléter ? la reformuler ?*
- *Avez-vous eu besoin de relancer la recherche et comment cela s'est-il passé ?*
- *Sous quelle forme ont été recueillies les procédures ? Dans le cas d'une affiche, y a-t-il eu des résistances pour la rédiger ?*
- *Organisation et gestion du débat.*

Faites part des autres points que vous souhaitez voir aborder.

IV – 2.2 Bilan par groupe/niveau de classe/problème

Les groupes sont les mêmes que pour les préparations d'expérimentations. La nouvelle consigne distribuée par écrit et reprise à l'oral est la suivante :

Réalisez une affiche en 2 colonnes : ce qui a été conforme aux prévisions, ce qui n'a pas été conforme.

Dans chaque colonne (conforme, non conforme), vous faites en groupe le choix d'un ou deux éléments sur lesquels il vous semble important de travailler : un élément de réussite, un élément de difficulté.

Pour ces éléments choisis, vous vous mettez d'accord sur une explication : vous explicitiez les éléments de la situation qui permettent d'expliquer la conformité ou l'écart avec vos prévisions. Pour cela, vous pouvez vous aider des éléments mis en évidence lors de la séance précédente : document « Le problème ouvert à l'école », l'affiche de votre groupe sur l'analyse de la situation vécue.

Un rapporteur par groupe.

Cette consigne vise à forcer l'analyse sur les éléments conformes explicables par le dispositif, et ceux non conformes. Cette non conformité peut être imputée soit à la

complexité de sa réalisation effective, soit à des contraintes spécifiques aux classes, soit aux conceptions des enseignants, et ceci de façon évidemment non exclusive.

Les analyses et interprétations du moment suivant visent à départager ce qui relève des contraintes externes et ce qui relève des conceptions.

IV – 2.3 Échanges sur les affiches, exemples de citations de stagiaires

L'objectif de ces échanges est de provoquer le repérage par les enseignants des liens entre la *situation* problème ouvert et ses effets sur les modalités de travail des élèves, ainsi que sur les rôles et attitudes que cela suppose, qui peuvent être en conflit avec leurs propres conceptions. Par ailleurs ils permettent aussi d'affiner les interprétations des consignes par la reconnaissance des variantes possibles et de leurs effets.

Si en 1999-2000, on restait sur du vécu, du type compte-rendu libre d'expérimentation, il nous apparaît qu'en 2000-2001 on obtient en plus des éléments d'analyse qui s'expriment par les liens que les stagiaires établissent entre ce que font les élèves et les aspects spécifiques du dispositif problème ouvert. Les items sont ceux qui sont choisis par les stagiaires pour approfondir ce qui a été constaté. Nous proposons ci-dessous en exemple quelques citations extraites des échanges en FC.

IV – 2.4 Fonctionnement du contrat de recherche

Une acceptation du contrat lié à la situation

Tous les enfants ont accepté de se laisser conduire dans une situation de recherche et se sont impliqués, aucun n'a été incapable de présenter sa démarche, tout le monde a fourni un document dessin ou autre chose qui montrait sa façon de résoudre.

Les élèves sont conscients de la rupture de ce contrat

Même s'ils mettent quelque chose ils sont persuadés qu'ils se sont trompés car ce n'est pas comme d'habitude. Ils vont oser quelque chose qu'ils n'oseront pas habituellement, même si ça n'aboutit pas moi je trouve intéressant qu'ils aient osé même si c'est faux.

Les effets sur les initiatives des élèves

Le problème se prête bien à ce genre de chose, c'est-à-dire qu'on va oser faire, même si moi j'ai une réponse fautive mais malgré tout la démarche est intéressante.

IV – 2.5 L'articulation affiche / travail de groupe / débat

Les inconvénients évoqués sont relatifs à la souffrance, la frustration dues à la complexité de rédaction d'une affiche. Produire une affiche est jugé trop ambitieux au CE1. Il est aussi noté un appauvrissement de l'affiche par rapport au travail de groupe. Les avantages sont du côté de l'intérêt du débat dans les groupes comme compte-rendu pour la synthèse et la communication. Les échanges montrent aussi le rôle de l'affiche pour inciter les groupes à se mettre d'accord sur un contenu et faire des choix, et donc permettre et produire des confrontations, régulations, validations, soit internes au groupe en phase de production, soit inter groupes en phase de débat. Du point de vue de

la formation, ces échanges permettent une structuration du dispositif "problème ouvert" par un retour sur les fonctions des diverses phases et leurs relations.

En lien avec la production d'une affiche, il y a eu un débat sur les avantages et les inconvénients d'avoir à adopter une solution commune ou pas, certains stagiaires s'étant d'ailleurs refusés à contraindre les élèves à se restreindre à une seule solution. D'où un échange sur les effets des diverses consignes de production d'affiche : présenter les solutions du groupe ou présenter une solution commune pour le groupe et le repérage de la contrainte de rédaction qui limite ce qui est communiqué.

IV – 2.6 Ouverture sur la pratique professionnelle : prise de distance, position réflexive

Les stagiaires vont plus loin dans l'analyse et manifestent ainsi cette position réflexive que nous cherchons à provoquer. L'enseignant se détache de la description d'un fait précis, et poursuit l'analyse en procédant à des déclarations sur sa pratique voire sur la pratique enseignante relative au problème de recherche en général. Il prend conscience de ce que ce travail peut permettre (validation, correction des erreurs). Il se donne des prescriptions à lui-même en termes de méthodes. Il se détache de la description d'un cas particulier et repère que la manipulation est un outil pour gérer l'hétérogénéité. Plus précisément suivant les stages, les points les plus saillants ont été les suivants :

- en formation continue comme en formation PE2 on note particulièrement la découverte d'un autre regard sur les capacités des élèves :

Je ne m'attendais pas à ce qu'ils se valident entre eux, et qu'ils discutent entre eux de leurs erreurs et qu'ils se les corrigent.

- la possibilité pour l'enseignant de valoriser des démarches élémentaires :

Elle a manipulé elle a mis sa solution puis après elle a dit j'aurais pu enlever une grande puis mettre une petite...ça l'a un petit peu mise en valeur parce qu'elle a essayé de trouver à partir de sa manipulation d'autres solutions. - En fait on est revenu au matériel au moment de la validation pour la validation de la synthèse on est revenu à un regard sur l'action d'un élève par la manipulation matérielle.

- la découverte d'une autre forme de pratique pédagogique et de son intérêt :

On a vu aussi des enfants qui avaient la réponse et qui auraient pu nous dire mais qui n'osaient pas, ils avaient peur de se tromper voilà, eh ben on pense qu'en fait c'est à nous de faire ce genre d'activité le plus souvent possible de leur faire travailler l'expression orale et puis de les aider aussi peut-être en posant des questions pour les aider à retrouver leur cheminement.

- en formation initiale PE2, on note particulièrement la découverte de l'importance du temps de travail individuel des élèves ; l'influence de l'analyse *a priori* de la situation par le maître pour la qualité de la mise en commun qu'il anime ; également le rôle du problème ouvert comme outil pour permettre à l'enseignant de prendre de l'information sur les connaissances de ses élèves.

De prévoir les procédures, ça a été très bénéfique [...] ça a permis de beaucoup mieux organiser la séance [...] on sait comment on va amener la mise en commun par la suite, on sait dans quel ordre vont être montrées les productions, et ça permet de bien mieux gérer la leçon de maths. -On a essayé aussi d'expliquer pourquoi ils avaient fait une erreur à laquelle on n'avait pas pensé, dans l'ignorance de la commutativité de l'addition.

- on peut noter aussi le manque de distance par rapport à ce qui est dit en formation

...normalement, dans un problème ouvert, on ne doit pas apprendre de nouvelles connaissances.

V – ANALYSE DU DISPOSITIF

V – 1 Une visée de formation professionnelle

L'enjeu et l'originalité du nouveau dispositif est de proposer une situation permettant de faire formuler par les stagiaires eux-mêmes les relations entre les éléments du dispositif "problème ouvert" et les effets qu'il permet de produire sur les élèves.

L'élaboration de ces relations constitue le véritable travail conceptuel des stagiaires. Le résultat de ces élaborations constitue pour les stagiaires leur théorie du dispositif "problème ouvert" comme représentant générique du problème de recherche.

Précisons cette idée de théorie. Le dispositif "problème ouvert" se présente comme une succession d'étapes dont la description se fait en langage courant (recherche en groupe, production d'affiches, conduite de débat, etc...). Chacune de ces étapes a ainsi en soi une signification claire en elle-même. Mais le dispositif global prend sa signification et permet les effets attendus par la succession des étapes, les relations qu'elles entretiennent sur divers registres et les subtilités de la mise en scène et de la gestion de l'ensemble par l'enseignant.

Ce sont ces relations qui donnent leur sens et leur importance à chaque étape et constituent la théorie du problème ouvert.

Le dispositif de formation constitue d'une part une formation à la conduite de problème ouvert pour lui-même, d'autre part une ingénierie générique pour la pratique professionnelle.

V – 1.1 Le problème ouvert pour lui-même

La formation au problème ouvert pour lui-même vise à donner un modèle de mise en œuvre du problème de recherche à l'école élémentaire. Elle peut être utilisée comme ingénierie permettant d'introduire deux types de situations de classe : situation-problème et problème de recherche. A ce niveau, le problème ouvert est pris pour lui-même, il s'agit de permettre au stagiaire de s'approprier en les reconstruisant pour lui-même des schèmes sociaux d'utilisation déjà décrits extérieurement à lui. Cette construction inclut une compréhension de la signification du problème ouvert comme théorie, ce qui correspond à une situation de formation spécifique. Son appropriation pour l'action réussie en classe relève d'une expérimentation anticipée et d'un retour réflexif sur l'action. Ce retour réflexif nécessite aussi une situation de formation appropriée.

V – 1.2 Le problème ouvert comme moyen

Dans cette perspective, l'expérimentation de problèmes ouverts est l'occasion de poser des *questions génératrices* de la pratique professionnelle (Chevallard) à travers son

utilisation comme lieu de travail (observation, mise en œuvre et /ou construction) de gestes et savoirs professionnels génériques et occasion de retour réflexif sur la pratique.

Dans cette perspective, il est facile de dresser une liste de gestes et/ou connaissances professionnels travaillés dans la situation problème ouvert et décontextualisables :

Sur la notion de situation

- importance fondamentale de l'analyse *a priori* pour structurer avant, piloter pendant, analyser après ;
- passer de l'observation de l'élève à l'observation des effets d'un dispositif spécifié sur les comportements et connaissances ;
- notion de situation comme organisation théorique structurée, cohérente et finalisée ;
- mise en cohérence entre objectifs, types de tâches, dispositif, rôles et attitudes du maître, effets produits ;
- rôle du milieu, dévolution, implication et travail autonome.

Sur le rapport au savoir

- travail sur des variables du rapport au savoir de l'élève, sur ses capacités suivant la situation ;
- travail sur les rapports aux mathématiques et à l'erreur (de l'élève et aussi du professeur).

Sur les modalités d'intervention et les dimensions en jeu

- aides versus médiation, respect de positions ;
- rôle du débat, argumentation, rapport à l'erreur versus attitudes et valeurs sociales.

Sur des aspects techniques des modalités de conclusion

- modalités de la validation ;
- gestion de phases de conclusion.

La reconnaissance du caractère générique des gestes professionnels que le problème ouvert permet d'expérimenter doit aussi passer par une situation de formation appropriée. Il s'agit de permettre la construction de schèmes dont la signification est donnée par les transformations qu'ils permettent sur les formes d'activités et d'interactions enseignant-élève.

V – 2 Repenser le dispositif de formation

Des hypothèses

- L'appropriation de l'ingénierie et de son caractère générique nécessite une construction de sa signification et sa mise à l'épreuve par les stagiaires eux-mêmes collectivement et en coopération ;
- il est pertinent de réutiliser la notion de *situation* de la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1998) construite pour les apprentissages des élèves, car en général, les connaissances se construisent en situation de résolution de problème (pannes, crises), mais ces connaissances sont d'abord des connaissances de l'action. Dans ce cadre, il faut donc prendre en compte l'importance du rôle de situation de *formulation* comme intermédiaire permettant de passer de l'action à la validation, des connaissances au savoir ;
- cette formulation se fera plus facilement dans le langage déjà disponible dont la signification sera retravaillée à cette occasion, les notions nécessaires ayant été construites collectivement auparavant dans une situation d'action.

Une méthode

Permettre une *formulation par les stagiaires eux-mêmes* de la "théorie du problème ouvert" en deux étapes : d'abord comme instrument pour anticiper l'action ; ensuite comme instrument pour analyser sa réalisation, c'est-à-dire repenser le dispositif décrit par la théorie et les gestes professionnels pour le conduire, leur cohérence et leurs effets. De plus, permettre à chaque fois *la validation* par un débat collectif et coopératif appuyé sur une référence construite auparavant.

D'où une formation en deux temps en pensant les situations de formation avec les outils de la théorie des situations didactiques de Brousseau (TSD) et de la théorie de l'anthropologie didactique (TAD) de Chevallard. Du point de vue de la TSD, suivant les types de savoirs visés le dispositif didactique de formation prend comme milieu : soit une situation vécue en formation (recherche complète d'un problème ouvert (PBO)), soit une situation de classe destinée à expérimenter la validité de modèles d'action (systèmes organisés de connaissances permettant la construction ou le choix d'une stratégie).

V – 3 De la pratique à la "pratique instruite"

Le tableau ci-dessous résume de façon synthétique les diverses situations proposées en formation. Nous verrons ensuite un autre tableau qui en propose diverses interprétations.

Situations proposées	Modalités de travail connaissances mises en œuvre et savoirs en jeu
I - Vivre une situation faire des maths, rechercher un problème	recherche en groupes d'un problème mathématique, production d'affiches, débat de validation
II - Du vécu au texte élaborer une affiche sur le dispositif de I	étudier le PBO comme modèle par la mise en mots et en liens des objets du dispositif sur un registre énonciatif, discursif et graphique
III -Présentation, échanges, confrontation synthèse	explicitation collective de la théorie du dispositif : les objets et leur sens via la signification des liens entre les objets le PBO comme modèle premières mises en lien avec d'autres modèles (apprentissage, mathématiques, rôles)
IV -Du texte à l'action programmée préparation d'une expérimentation élaboration de stratégies repérage d'items professionnels	mise en œuvre de techniques et méthodes vues en II et III anticipation d'objets à travailler à partir de modèles d'action
V -Expérimentation en classe	en plus de ce qui est anticipé, il y a usage nécessaire de savoirs <u>personnels</u> pour réaliser les gestes prévus
VI - Retour sur l'action programmée, réalisée compte rendus analyse	sur le registre "conforme ou non" élaboration de l'analyse sur des objets choisis par les sujets mises en lien avec d'autres modèles (apprentissage, mathématiques, rôles)
VII - Présentations, échanges	communication, confrontation régulation, validation

VI – QUELQUES EFFETS DE LA FORMATION

Un questionnaire a été adressé aux 19 stagiaires de la formation continue de 2000/2001. Parmi les 19 stagiaires, 9 ont répondu. A propos des questions qui portent sur la réalisation de problèmes ouverts, 8 stagiaires déclarent avoir intégré des problèmes ouverts dans leur progression sur 2001-2002. Le 9^{ème} est un titulaire remplaçant qui n'a pas eu de classe assez longtemps pour mettre en œuvre des problèmes ouverts. Les raisons invoquées sont du côté des avantages pour les élèves : intérêt et bénéfice de la recherche, de la mise en commun. Il s'agit aussi pour l'enseignant de développer une attitude, de négocier un contrat ("*faire prendre conscience aux enfants qu'ils sont tous capables de chercher, d'inventer, de trouver*"; "*le groupe classe mûrit dans sa socialisation et sa vigueur intellectuelle*").

Une question concernait les modifications éventuelles de l'attitude de l'enseignant vis-à-vis des élèves : nous leur demandions quelles sont celles qu'ils attribuent à la formation à la conduite de problème ouvert. Les réponses font part de l'usage du dispositif "problème ouvert" et de son extension à d'autres disciplines. Les enseignants disent avoir modifié leur pratique sur les points suivants : découverte des connaissances et compétences des élèves et appui sur celles-ci, modification dans le traitement de l'erreur, modification du rôle de l'enseignant dans le sens d'un souci de dévolution,

appui sur le contrat créé, transfert des compétences à d'autres situations, en particulier meilleure maîtrise des mises en commun, confiance dans la capacité à les conduire.

Au vu de ces réponses, il semble bien qu'il y ait construction et identification de compétences professionnelles (gestes, attitudes) utilisables dans l'ensemble de la pratique. Par ailleurs, et bien que cela ne corresponde pas à ce qui est demandé, les stagiaires ne peuvent s'empêcher de mentionner divers effets de la pratique du problème ouvert, observés chez leurs élèves, et divers bénéfiques pour le contrat en classe (prise en compte de divers niveaux de solutions, sans en dévaloriser certaines, possibilité offerte à chacun de résoudre avec ses propres moyens, plaisir de la recherche, développement de la confiance en soi, d'une forme d'assurance, par le fait de rapporter son travail aux autres, responsabilisation des élèves vis à vis de leur travail).

VII – CONCLUSION : QUESTIONS ET PERSPECTIVES POUR L'EXPLOITATION DU DISPOSITIF

VII – 1 Effets du nouveau dispositif de formation

Le nouveau dispositif de formation a permis principalement trois choses : d'abord, les questions des stagiaires qui étaient restées sans réponse dans les formations de 1999-2000 émergent plus tôt, et sont traitées ; par ailleurs, des éléments d'analyse sont produits par les stagiaires eux-mêmes et leur permettent d'aller plus loin dans leurs explicitations de gestes professionnels finalisés ; enfin des compétences professionnelles génériques sont construites et identifiées par certains stagiaires.

Se pose alors la question de l'institutionnalisation : il faudrait pointer avec les stagiaires ces acquis professionnels et faire prendre conscience à un plus grand nombre de leur caractère générique.

VII – 2 Quels moments et quels objets pour une institutionnalisation ?

Les échanges entre stagiaires permettent de cerner deux types d'objets sur lesquels pourrait porter l'institutionnalisation.

VII – 2.1 Sur la conduite d'un problème de recherche

Par exemple, le problème de recherche permet à l'enseignant de prendre de l'information sur les connaissances et compétences des élèves. Souvent, en tant qu'enseignant, on sous-estime les compétences et on surestime les connaissances.

Différents enjeux sont à tenir dans la classe, concernant en particulier le rapport à l'erreur, et le rapport au savoir : liens entre procédures, limites. Une même situation peut permettre de gérer différents types d'enjeux.

VII – 2.2 Sur l'explicitation des gestes professionnels

Il faudrait intégrer au dispositif une situation de formulation des compétences professionnelles travaillées. (Elle prendrait place en position VII sur le tableau du paragraphe V-3). Des exemples de gestes et/ou connaissances professionnels travaillés

dans la situation problème ouvert et décontextualisables ont été cités en fin de V-1. Cette dernière situation permettrait la mise en évidence de leur caractère "générique" par les stagiaires, ce qui en constituerait une décontextualisation. Cette dernière situation devrait permettre de renforcer les acquisitions que montrent les réponses post stages ci-dessus. Dans la formation expérimentée, cette explicitation a été faite par le formateur lui-même par manque de temps. Une situation de formation plus élaborée nous paraît nécessaire pour faire travailler la décontextualisation. A cet effet, les notions de situation de rappel de type I et II de Perrin-Glorian (1994, p. 140) peuvent être utilisés avec pertinence pour penser la situation de formation correspondante.

VII – 3 Mise en cohérence avec le reste de la formation

Il faudrait aussi pouvoir travailler sur les savoirs professionnels qui émergent dans ce travail et faire en sorte qu'ils puissent être réinvestis dans d'autres types de situations. Un dispositif serait à construire pour intégrer nos concepts de formation dans un contexte approprié à l'IUFM. La mise en œuvre en formation continue est moins complexe.

BIBLIOGRAPHIE

ARSAC G., GERMAIN G., MANTE M., PICHOD D. (1984) La pratique du problème ouvert, *IREM de Lyon*.

ARSAC G., BALACHEFF N., MANTE M., (1992) *Teacher's role and reproducibility of didactical situations*, Educational Studies in Mathematics, **23**, 5-29.

ARSAC G., GERMAIN G., MANTE M. (1988) Problème ouvert et situation problème, *IREM de Lyon*.

BROUSSEAU G. (1998) Théorie des situations didactiques, *La pensée sauvage, Grenoble*.

CHEVALLARD Y. (1995) *La fonction professorale : esquisse d'un modèle didactique*, in Actes de la VIIIème Ecole d'été de didactique, IREM de Clermont-Ferrand.

CRAHAY M. (1989) *Contraintes de situation et interactions maître-élève : changer sa façon d'enseigner est-ce possible ?* Revue Française de pédagogie, **88**, 67-94.

FAVRE D. (1995) *Conception de l'erreur et rupture épistémologique*, Revue Française de pédagogie, **111**, avril-mai-juin 1995, 85-94.

JULO J. (1995) Représentation des problèmes et réussite en mathématiques, *P.U.R.*

PEIX A., TISSERON C. (1998) *Les problèmes ouverts, un outil de formation pour les professeurs d'école ?*, Petit x, **48**, 5-20.

PERRIN, M.J. (1994) *Théorie des situations didactiques : naissance, développement, perspectives*, in Artigue, M. et al., Vingt ans de didactique des mathématiques en France, La pensée Sauvage, Grenoble, 97-147.