Cécile Allard, Upec, Ldar

# La résolution de problèmes mathématiques en formation initiale des PE : un essai pour modifier les conceptions des professeurs des écoles.

**Résumé**

Notre objectif est de décrire plus particulièrement une séance de formation en formation initiale qui vise à questionner la place et le rôle de la résolution de problèmes. Il s'agit de résoudre cette difficile « équation » dans laquelle les besoins des élèves (et donc des enseignants), supposés par le formateur, sont très éloignés des enseignants, et de leurs besoins « ressentis » (Aboud- Blanchard & Robert, 2014) donc de leurs pratiques. Le scénario propose un ensemble de séances qui amène progressivement les débutants à prendre conscience de ce que peut apporter la recherche et la rédaction d'un problème dans l'activité mathématique quel que soit les domaines (géométrie, nombre, calcul…)
Ces séances sont l'occasion d'expliquer ce que signifie se representer un problème (au sens de Julo, 2003), de discuter sur la place de l'oral permettant des échanges à la fois sur le sens et sur les procédures, mais aussi d'envisager le sens du travail au brouillon et la place de la rédaction de la solution.
Nous discuterons autour des limites d'une formation qui arrive peut être trop tôt dans le questionnement professionnel des stagiaires.

**Summary**

In this paper, we describe a training session is designed for pre service Teacher.We ask the place and role of problem solving. It is difficult to solve this "equation" in which the student needs (and thus teachers) assumed by the trainer, are far removed from teachers and their "felt" needs (Aboud-Blanchard & Robert, 2014 ) so their practice.
The scenario provides a set of sessions that gradually leads beginners to become aware of what can bring the research and writing of a problem in mathematical activity regardless areas (geometry, number, calculation ...)
These sessions are an opportunity to explain what it means to represent a problem (in the sense of Julo (2003)), to discuss the place of oral allowing exchanges on both the meaning and procedures, but also consider the meaning of work to draft and instead of writing the solution
We will discuss about the limits of formation happens may be too early in the questioning of professional trainees.

## Présentation générale : la résolution de problèmes, sa place et son rôle dans les apprentissages en primaire.

Ce scénario portant sur la résolution de problèmes n'existait pas en 2006, puisque nous l'avons élaboré en 2011. Pour autant, il s'appuie sur deux articles parus dans grand N qui avaient eu un impact sur nos pratiques alors que nous étions PE stagiaire.
En 1999, dans les IUFM et dans des revues entre recherche et formation telle la revue Grand N, Houdement (1999), Coppé et Balmes (1999) insistaient sur le fait qu'il n'existait pas de méthodologie générale pour « apprendre » à résoudre des problèmes. Ces auteurs montraient alors l'inefficacité d'aides du type *« souligner des données utiles/inutiles ?, entourer la question, sélectionner la bonne opération »*. En effet, suite aux programmes de 1991, les auteurs de manuels consacraient une partie de leur ouvrage à exposer des aides dites « méthodologiques ». A la suite des deux articles cités, nous nous attachons dans ce scénario à donner d'autres alternatives aux enseignants pour aider les élèves à résoudre les problèmes mathématiques. Nous voulons leur montrer les limites de ces aides à partir d'une situation d'homologie.
Revenons aux préconisations institutionnelles.
Les programmes de 2002, quant à eux, postulaient que résoudre des problèmes était l'essence même de l'activité mathématique. Ces programmes distinguaient alors différentes fonctions attribuées aux problèmes : (faire) chercher, apprendre, appliquer…
Les programmes de 2008 ont recentré le travail des mathématiques à l'école sur l'apprentissage des techniques opératoires ou instrumentales. Les injonctions étaient moins explicites quant à la place de la résolution de problèmes. Résoudre des problèmes pouvant parfois être compris par les enseignants seulement comme « organiser et gérer des données ».
Enfin les programmes de 2016 replacent la résolution de problèmes au sein de l'activité mathématique et ce quels que soient les domaines d'apprentissage (géométrie, nombres et calculs, grandeurs et mesures).
Remarquons également que le mot « problèmes » est utilisé avec de nombreux qualificatifs dans les programmes mais aussi dans les IUFM ou ESPE et dans les manuels : il existe des problèmes pour apprendre à chercher, des situations problèmes, des problèmes complexes, des problèmes ouverts, des problèmes additifs, des problèmes multiplicatifs, des problèmes de proportionnalité, des problèmes de logique ou encore des problèmes concrets ou de la vie courante. Parfois le qualificatif indique ainsi la fonction du problème dans l'apprentissage (apprendre à chercher), d'autres fois le domaine d'application (proportionnalité, logique…) ou bien encore fait référence à un contexte particulier (concrets, vie courante). Enfin certains problèmes changent de fonction selon le niveau de classe, ainsi un problème pour apprendre (problème de multiplication d'abord résolu en utilisant l'addition reitérée par exemple) devient un problème de réinvestissement dans la classe de niveau supérieur. Ce foisonnement de qualificatifs rend alors difficile une possible classification des problèmes et brouille encore le paysage. Se pose alors la question de l'utilité des problèmes ? Quelle finalité pour les élèves ? Pour quels apprentissages ? Quels sont les savoirs en jeu ? Que doit mettre en œuvre un professeur des écoles pour assurer que les élèves s'engagent dans la résolution d'un problème ? Et donc quelle formation mettre en place ?
Par ailleurs, les étudiants que nous devons former sont souvent très frileux envers les mathématiques. Cette crainte voire ce rejet pour la discipline est parfois renforcée (ou le contraire) lors du master 1. L'année de préparation au concours consiste essentiellement à une remise à niveau des connaissances mathématiques parfois en leur faisant fréquenter des exercices types brevets des collèges. Cette année-là, ils sont également initiés à la didactique des mathématiques. L'année de

Master 2, le concours réussi, leur rapport avec les mathématiques des étudiants est très différent : du rejet extrême voire à l'indifférence et parfois à l'attrait.

## Origine de la conception du scénario

Le scénario que nous avons développé, il y a 5 ans, était tout d'abord destiné à la formation continue. Nous décrivons ici le scénario en FI qui s'en est largement inspiré. Nous avons conçu ce scénario suite à une commande d'inspecteurs de circonscription. Ces derniers voulaient que nous intervenions à la suite d'une conférence de JL Brégeon, nous devions illustrer ces propos et proposer des aides aux enseignants.
Finalement, son intervention a été comprise en pointant que « la difficulté première, c'est la lecture et la compréhension des mots de vocabulaire ». Le message de Brégeon n'avait pas été aussi caricatural. Nous avions alors pris d'autant plus conscience qu'entre le message du formateur et ce qui était compris et retenu, il pouvait y avoir décalage assez important. Les professeurs avaient déjà construit cette idée que lecture de l'énoncé et résolution de problème étaient liées et que les difficultés de lecture étaient prédictives de la réussite ou non de la résolution. Leurs croyances sont entrées en résonnance avec les propos du conférencier qui était pourtant beaucoup plus prudent et moins prescriptif.
Enfin nous avons également proposé notre scénario en formation initiale. Les effets ne sont pas les mêmes qu'en formation continue, nous reviendrons dessus.
En formation initiale, la formation par alternance conduit les enseignants titulaires à confier aux enseignants stagiaires en premier lieu le domaine de la géométrie et la résolution de problèmes. Cette distribution renforce l'idée que la résolution de problèmes est un domaine à part.

# Objectifs :

Notre objectif principal était de faire comprendre ce que signifiait se « représenter un problème » au sens de Julo, et le résoudre ? (1995). Nos objectifs étaient ainsi du côté des pratiques et des représentations (conceptions) des PE. L'objectif pour les IEN était de proposer une formation qui aurait un impact sur les pratiques et par conséquent sur les résultats des élèves. Le nôtre rejoignait un peu le leur.

Pour cela, nous voulions, tout d'abord recueillir les conceptions des professeurs sur ce qu'était la résolution de problèmes et sa place à l'école primaire. Cela se décline en sous objectifs : nous voulions faire bouger dans les pratiques la croyance que la résolution de problèmes était un domaine à part qui pouvait être traité une fois tous les 15 jours lorsque « on avait le temps ». Par ailleurs nous voulions montrer les limites de ces aides dites « méthodologiques ». Notre objectif était de convaincre que plus les élèves seraient confrontés régulièrement à résoudre des problèmes, plus ils seraient habiles, plus ils construiraient leur bibliothèque de problèmes réussis. Nous voulions dans la mesure du possible revenir sur les « typologies » de problèmes. Mais nous devions aussi donner aux (futurs) enseignants des moyens pour mener à bien ces résolutions en classe…
Ce scénario, par ailleurs a été testé par d'autres collègues de l'Espe de Créteil ; les constats sur la conception et les aides de ce qu'est l'activité de résolution de problèmes sont les mêmes. En revanche, l'impact sur les pratiques est différent selon si la formation est proposée en début en milieu ou en fin d'année universitaire.
Pour résumé notre propos : nous voulions défendre la thèse suivante : plus la fréquentation est importante et variée, plus les élèves construisent des habilités de recherche.

## Organisation de la formation initiale

Nous avons donc testé notre scénario 5 ans en formation continue (nous l'évoquerons à la fin) et 3 ans en formation initiale dans deux ESPE différentes et 4 circonscriptions différentes (dont deux en REP +).
Nous allons traiter de l'organisation et des questions que ce scénario provoque en formation initiale.
Nous avons postulé que les conceptions *a priori* des stagiaires sont proches de celles des enseignants en formation continue mais pour des raisons différentes. La majorité des stagiaires ne s'appuient pas sur leurs connaissances du terrain mais sur les connaissances et souvenirs du primaire. D'autres ont des connaissances du terrain car ils ont été EAP. D'autres encore redisent ce qu'ils ont entendu en salle des maitres…
La situation que nous présentons relève en partie d'une situation d'homologie (Houdement, 2013) puis s'écarte de cette stratégie de formation.
Nous mettons d'abord en situation les stagiaires de résoudre un problème qui pour eux n'est pas ordinaire. La séance que nous allons décrire s'inscrit dans une progression que nous résumons ainsi :
Séance 1 : résoudre un problème en s'appuyant sur des aides méthodologiques pour en montrer les limites
Séance 2 : rédiger le problème rencontré dans la séance 1 selon un modèle pré établi (solution opération) pour revenir sur ses limites : c'est aussi l'occasion de revenir sur les écrits privés pour chercher et les écrits publics pour communiquer ou se remémorer.
Séance 3 : la place de la résolution de problèmes dans les autres domaines des maths (en fin de séquence, pour introduire de nouveaux apprentissages, en calcul mental).
Séance 4 : la place des problèmes dans différents manuels et un bilan qui correspondrait à une institutionnalisation (d'abord proposé par les stagiaires puis complété par le formateur) sur leurs représentation des problèmes, sur ce qu'est une analyse a priori, sur les gestes professionnels requis.
Ces quatre séances devraient conduire les étudiants à changer de point de vue sur la résolution de problèmes et les aider à comprendre que les élèves peuvent rencontrer des problèmes à tous les moments de leurs apprentissages.
<u>Contenu, modalités, rôle des acteurs, articulation théorie/pratique</u>
Notre scénario s'appuie donc sur un recueil de données au début de la séance. Nous posons trois questions : quelles sont les difficultés des élèves lorsqu'ils résolvent des problèmes ? Quelles sont les difficultés du professeur ? Quelles aides apporte-t-il ? Parfois nous leur demandons la place de la résolution de problèmes dans leur emploi du temps, leurs progressions, leurs programmations.
Leurs réponses sont écrites sur des post it de couleurs différentes. L'affichage de ces post it nous permet d'avoir un recueil de données conséquentes et de donner la parole à tous les étudiants (en moyenne 30 étudiants par TD).
Ce relevé montre aussi qu'ils ont des conceptions assez proches :
- la résolution de problème intervient en fin d'apprentissage pour « évaluer » s'il y a eu un apprentissage
- une séance sur la résolution de problèmes par semaine pour apporter des aides méthodologiques :
 - souligner des données, entourer la question, reconstituer ou écrire des énoncés, retrouver la bonne opération.
- des contraintes de rédaction émergent avec d'un côté Solution et de l'autre côté Opération.
L'homogénéité des réponses ne permet pas de lancer un débat collectif mais de constater que les croyances sont partagées voire ancrées.
Nous conservons les post it sur lesquels sont indiquées les aides. Ces derniers seront redistribués lorsque les stagiaires auront des difficultés à résoudre le problème que nous allons donner.
Nous avions bien anticipé que les aides méthodologiques seraient majoritairement proposées. C'est pourquoi, pour notre projet, nous voulions trouver un problème possédant les caractéristiques suivantes. Un problème pour la résolution duquel les connaissances mathématiques relevaient du

cycle 3, un problème qui soit reconnu comme un problème concret, de la vie courante. Les participants seraient alors conduits à résoudre le problème avec la possibilité de demander des aides en cas de difficultés. Nous leur laissons la possibilité d'utiliser la calculatrice.
Nous avons trouvé des problèmes correspondants à ces critères dans un CD rom : « les mathématiques de nos grands-parents »[1]. Ces problèmes sont ceux du certificat d'étude.
Celui que nous avons retenu, nous l'appelons : « le problème de la ration du soldat ». Ce problème relève de la proportionnalité. Les mesures utilisées (décagrammes) ne sont plus usuelles dans les problèmes actuels. Le contexte est celui du calcul de la ration de pain d'un soldat n'est pas très actuel mais a le mérite d'être concret. L'énoncé du problème débute par un « rappel » sur la fabrication du pain comportant un implicite. Cet implicite est lié à la connaissance de la fabrication du pain. Sans cette connaissance concrète, il est alors difficile pour nos contemporains de le résoudre.
Réussir ce problème est lié à des connaissances de la vie quotidienne. Par ailleurs il est difficile de se representer ce problème car il est assez éloigné de notre quotidien mais aussi de notre culture scolaire.
<u>Contenu : Enoncé du problème</u>[2]

> La farine de <u>froment terme général pour les céréales à épi, généralement utilisé pour le blé.</u> absorbe 57 pour 100 d'eau pendant le pétrissage et, pendant la cuisson, une partie de cette eau s'évapore de telle sorte que 117 kg de pâte fournissent 100 kg de pain. D'après cela, combien pourra-t-on nourrir de soldats pendant un jour avec 1 000 kg de farine blanche, la ration de chaque soldat pesant 75 décagrammes ?

L'enjeu de ce problème est de calculer le nombre de soldats pouvant être nourris connaissant la masse de leur ration et la masse de farine disponible pour faire du pain.
Nous allons d'abord définir rapidement les différentes connaissances en jeu cela fait partie de que nous expliciterons à la fin de la formation dans le contexte du problème de la ration du Soldat.

**Analyse a priori et définitions des différentes connaissances en jeu.**

Le terme de connaissances est utilisé ici comme des savoirs en acte[3]. Nous appellerons *connaissances sur le type de problèmes*, des connaissances qui sont celles qui permettent de distinguer les problèmes de proportionnalité, les problèmes complexes (à plusieurs étapes), les problèmes à plusieurs inconnues, les problèmes typiques (reconnaissance quasi immédiate des structures additives et multiplicatives).
*Les connaissances mathématiques plus techniques* (au sens de Chevallard), sont les connaissances liées pour le primaire aux techniques opératoires, aux conversions.
*Des connaissances plus pragmatiques associées à des connaissances mathématiques*, sont les connaissances qui mettent en jeu représentation du monde réel (les problèmes dit concrets) et les mathématiques : par exemple, on n'exprime pas une somme d'argent important en centimes 832 centimes, mais plutôt 8€32 centimes.
*Des connaissances très pragmatiques*[4], une chaise ne peut peser 20 kilos sauf si elle est réalisée dans un matériau moins ordinaire que du bois ou du plastique.

<u>Application au problème de la ration du Soldat.</u>

- **des connaissances sur le type de problème**

Ce problème devra être identifié comme un problème relevant de la proportionnalité. Il s'agit d'abord de calculer la quantité de pâte réalisée avec 1 000 kg de farine, puis de calculer le poids du

[1] http://www.mathkang.org/catalogue/prodcgp.html : aux éditions du Kangourou
[2] En annexe figure la résolution du problème.

[4] « Pragmatisme » vient du grec *pragma*, action, ce qui atteste du souci d'être proche du concret, du particulier, de l'action et opposé aux idées abstraites

pain à partir du poids de la pâte. Une fois la quantité de pain connue, sachant que la ration d'un soldat est de 75 décagrammes, il faudra en déduire le nombre de soldats qui auront une ration avec 1 000 kg de farine.
Ce problème sera surement identifié comme un problème comportant plusieurs étapes et une unique question, il peut être considéré comme un problème concret.

- **des connaissances mathématiques plus techniques**

Il est nécessaire de maitriser la multiplication et la division avec des décimaux, de savoir convertir les unités usuelles de masse, de calculer un produit en croix et plus généralement de reconnaitre ici un problème relevant de la proportionnalité. Ce problème necessite d'avoir des habilités par rapport aux techniques opératoires. De plus les résultats ne tombent pas juste et conduisent à effectuer des approximations.
Pour la formation, nous laisserons à disposition des calculatrices, ainsi nous pourrons également montrer l'intérêt de l'utilisation de ces dernières lors de la résolution de problèmes. Cependant la calculatrice ne resout pas les dfificultés liées aux approximations.

- **des connaissances plus pragmatiques associées à des connaissances mathématiques**

On pourra s'étonner du poids du pain pour chaque soldat : 75 décagrammes, soient 750 g, soit l'équivalent de presque trois baguettes de pain. De plus, les nombres donnés dans ce problème produisent des résultats qui sont des nombres décimaux, or un nombre de soldats ne peut être un nombre décimal ; il faut s'autoriser à donner seulement la partie entière et à prendre les valeurs approchées des calculs intermédiaires (au dixième ou au centième près dans un premier temps). Faire du pain, c'est faire de la cuisine, donc on peut arrondir mais pas n'importe comment. Si on garde la partie décimale aux calculs intermédiaires, les calculs et les conversions deviennent très couteuses, il faut donc s'autoriser à supprimer très rapidement la partie décimale du résultat.
Les unités utilisées, dans le contexte utilisées (1 000 kg de farine et 75 décagrammes) peuvent être déroutantes car ce ne sont pas des unités très usuelles dans les problèmes proposés aux élèves de 2013

**-des connaissances très pragmatiques.**

Pour résoudre ce problème, il faut comprendre ce que signifie *« La farine de <u>froment terme général pour les céréales à épi, généralement utilisé pour le blé.</u> absorbe 57 pour 100 d'eau pendant le pétrissage »*. Il est donc nécessaire de comprendre cette partie de l'énoncé comme :
57 pour cent d'eau absorbée par la farine signifie que pour 100 g de farine et pour une quantité d'eau suffisante, la farine peut absorber jusqu'à 57 pour cent de son poids en eau.
Pour 100 g de farine, on peut obtenir 157 grammes de pâte (farine + eau), l'eau en plus n'est plus absorbée.
Il n'est pas utile de connaitre la quantité d'eau mais il est utile de comprendre ce que signifie *« absorbe 57 pour cent d'eau pendant le pétrissage »* et les conséquences que cela a sur le poids de la pâte.

**Synthèse** : Les étudiants (Master 2 MEEF) et les PE en formation continue, ont *a priori* **<u>toutes les connaissances</u>** nécessaires pour résoudre ce problème. ~~A priori,~~ ils maitrisent les techniques opératoires (ils pourront utiliser leurs calculatrices), ils connaissent le produit en croix, reconnaissent la proportionnalité, savent distinguer « données utiles et inutiles », savent convertir et ont les connaissances historiques nécessaires pour ne pas trop s'attarder sur la quantité de pain que peut manger un soldat. Enfin, ils savent lire un énoncé et le comprendre.
<u>Eléments du déroulement du coté des étudiants et du formateur.</u>
Les étudiants commencent à chercher mais sont vite bloqués. Nous pouvons alors distribuer les post-it d'aide. Ils comprennent très vite que ces aides, ne les aident pas. Nous pouvons alors faire des apports théoriques sur ces aides méthodologiques en nous appuyant sur les articles de Houdement et Coppé (1999). Nous pouvons aussi lancer une discussion sur l'activité mathématique, sur le rôle du brouillon dans leur recherche, sur les difficultés de compréhension de ce texte qui dépasse un problème de compréhension du vocabulaire.

Puis nous donnons une aide qui déclenche souvent la recherche et conduit à la solution : nous expliquons la première phrase de l'énoncé. Enfin, les étudiants demandent s'ils ont trouvé la bonne réponse. Cette requête nous permet de discuter de ce qu'est la validation en mathématiques et les moyens possibles pour qu'elle soit le plus possible dévolue aux élèves et pas à l'enseignant.
La suite du scénario permet d'abord de revenir sur la tâche de rédaction du problème lors d'une deuxième séance. Nous pouvons alors aborder des points sur le statut des écrits pour chercher et pour communiquer.
Nous revenons sur les présentations stéréotypées du type solution/opération. Nous leur proposons de rédiger la solution du problème pour étayer notre propos.
C'est l'occasion de leur montrer que la tâche n'est pas si simple et est différée de la recherche. Nous cherchons à leur montrer que la rédaction d'un problème ne peut être exigée en même temps que la recherche.
Puis nous proposons de travailler sur un « tri » de problèmes pour montrer que ces derniers peuvent être présents à plusieurs étapes de la séance ou de la séquence. Ce tri nous permet de revenir à ce que peut signifier un problème concret, de la vie courante et de manière générale de discuter sur tous les qualificatifs que nous avons proposé dans l'introduction pour qualifier les problèmes.
Les difficultés à trouver une typologie nous permettent d'en proposer une empruntée aux travaux de Houdement (2013). Nous insistons sur le rôle des problèmes aux différents stades de la séquence (situation problème pour introduire un nouvel apprentissage, problèmes de réinvestissement, problèmes typiques (selon la typologie de Vergnaud), problèmes qui engagent une recherche dont la procédure attendue ne sera pas nécessairement une procédure experte.

## Hypothèses et discussion

Pour réaliser notre scénario nous avons emprunté aux travaux de Houdement (1999, 2013), de Coppé (1999) de Julo (1995), de Vergnaud et de Butlen et Pézard (2000) en ce qui concerne les problématiques liés à la résolution de problèmes.
Pour construire nos formations et en particulier celle-là, nos connaissances de la double approche nous rendent sensibles à cerner la zone proximale de développement professionnel( Aboud-Blanchard & Robert, 2014). C'est pourquoi notre scénario va évoluer . Nous avons commencé à nous appuyer sur des vidéos de classe pour montrer de quoi sont capables les élèves à condition d'avoir réalisé l'analyse a priori du problème ( c'est le moment de la réaliser avec les stagiaires) et d'interroger les moyens possibles pour aménager un climat de classe propice à la recherche (place de l'erreur, statut du brouillon, recherche encadrée selon le même protocole…)
En revanche, en formation continue, nous savons que notre scénario est robuste et peut, et a contribué à modifier les pratiques. Nous pensons que nous réussissons à mieux évaluer/cerner la zone proximale de développement professionnel des enseignants en formation continue.
Proposer des scénarios en appui sur nos connaissances du terrain nous semble avoir plus d'impact en formation continue qu'en formation initiale. La culture des stagiaires ne nous semble pas encore professionnelle mais plutôt très personnelle. Le faible nombre d'heures consacrées à l'analyse de leur pratique et la formation nous rendent très humble par rapport à l'impact de nos formations. Ce faible nombre d'heures nous conduit à proposer des formations plus académiques (très général) plutôt que professionnel, en appui sur les besoins ressentis (du particulier au général). Pour nous, il est parfois difficile d'accéder à la zone proximale de développement professionnel de ces enseignants débutants. De plus le nombre d'évaluations conséquent induit des stratégies de « répétiteurs » : les étudiants récitent leurs cours mais n'osent pas donner leur avis parfois en complète opposition avec ce qui est enseigné. Pour le formateur la double posture (formateur/évaluateur) est difficile à gérer et nous semble rendre difficile de proposer des formations qui prennent en compte les besoins ressentis des stagiaires articulés avec les besoins identifiés ou supposés par les formateurs (Aboud-Blanchard & Robert, ibid)

## Évaluation

Les moments potentiel d’évaluation se situent à différents niveaux et selon le contexte :

- au hasard des visites. D’un étudiant à l’autre nous constatons un changement de représentation sur la place et le traitement des problèmes. Pour autant, nous ne pouvons définir aucun invariant du type plus leur rapport est mauvais plus il change ou s’ils sont de formation scientifique le rapport change plus vite. Toutefois, nous sommes restée en contact avec une dizaine d’étudiantes qui déclarent être très vigilantes aux ressources qu’elles utilisent et aux énoncés qu’elles proposent. Elles me disent avoir recueilli de nombreuses feuilles pour constituer un stock de brouillon.
- Pour autant nous n’avons pas pu aller vérifier ce qu’elles nous déclarent dans leurs pratiques effectives.
- Dans leurs écrits dit réflexifs, analyse de séance ou mémoires (dans le cas où les étudiants fréquentent nos TD et sont sous notre direction pour leur mémoire)
- Au hasard des parcours de formation : des étudiantes ont eu à résoudre ce problème dans le cas de l’option recherche puis plusieurs mois après lors d’un TD. Les étudiantes déclarent avoir enfin compris : que les problèmes réussis restent en mémoire (certains ont échoué les deux fois), l’intérêt de l’appropriation de la phase de recherche, du faible impact de la correction. Elles expliquent qu’elles comprennent certaines étapes de cet apprentissage incluant de la résolution de problèmes mais que c’est la mise en œuvre qui reste délicate. Elles ont encore des difficultés comment se décline la résolution de problèmes en géométrie (la tâche emblématique de la géométrie étant celle de suivre un programme de construction).
- Elles sont confrontées à des élèves qui refusent de chercher, peu habiles avec les opérations, elles se sentent démunies par rapport à ces attitudes.

La plupart des étudiants sont en difficulté face à ce problème qu’elles ont du mal à résoudre individuellement (alors que les enseignants en formation continue ont moins de difficultés, ils osent plus facilement des procédures plus ou moins expertes). Cette difficulté nous interroge sur leurs connaissances en mathématiques, leur rapport aux mathématiques et à la pertinence ou pas de les confronter à leurs difficultés. Le travail réalisé en groupe permet à tous d’avoir une réponse, ce qui nous permet d’évaluer plus favorablement notre dispositif et montre alors le caractère incontournable du travail en commun entre pairs.

C’est pourquoi nous avons ajouté une cinquième séance à notre séquence qui consiste à analyser les pratiques d’un professeur expert lors d’une séance de résolution de problèmes dans une classe qui n’est pas habituée à résoudre des problèmes (le professeur emprunte une classe qui n’est pas la sienne).

## Bilan

Nous avons pu mesurer l’impact en formation continue car nous avons eu l’opportunité de travailler avec le même groupe pendant 3 ans. Le problème du Soldat a été le déclencheur pour se poser les bonnes questions sur ces aides méthodologiques qui ne sont pas remises en question et qui finalement proposent une aide opérationnelle aux professeurs. Les enseignants de ce groupe ont changé leurs manuels et ont abandonné le découpage par domaine et ont compris, apparemment, que la résolution de problème avait sa place à plusieurs moments de la séquence et pas seulement comme une possible évaluation formative. Ces enseignants nous ont expliqué que l’avantage de travailler sur les aides méthodologiques permettaient alors d’établir une progression ce qui n’est pas le cas quand la résolution de problèmes est intégrée dans tous les domaines des mathématiques en effet, parfois l'Institution réclame des programmations en Résolution de problèmes ou en « organisation et gestions de données ». Pour mesurer l'impact en formation initiale, nous suivons un groupe de quelques étudiantes volontaires, mais pour l'instant nos données reposent sur des déclarations ou des échanges de mails.

En formation initiale, nous constatons également l'importance du temps long pour changer les représentations. Ce qui nous a étonné, c'est la persistance avec laquelle les étudiants ont d'abord essayé de proposer ces aides malgré la formation. Modifier les représentations en formation initiale, dans le dispositif actuel de formation par alternance, nous semble plus difficile qu'en formation continue. Penser des scénarios et évaluer leur impact sur les pratiques est une question cruciale pour les formateurs du premier degré. L'évaluation de ces scénarios est d'autant plus complexe que les enseignants débutants ont rarement des postes à titres définitifs et à temps complet. Ces derniers construisent leur professionnalité dans des classes pour lesquelles les marges de manœuvres sont souvent réduites (pas toujours le choix des disciplines enseignées, ni des ressources utilisées ni parfois de l'installation du mobilier…).

## Bibliographie

Aboud-Blanchard et Robert (2014), Former des formateurs d'enseignants de mathématiques du secondaire : un besoin, une expérience et une question d'actualité, *Annales de didactiques et de sciences cognitives*, 20,181-206.

Butlen et al (2000) Le rôle du calcul mental dans la connaissance des nombres, des opérations et dans la résolution de problèmes *Repères-IREM*. Num. 41. p. 5-24.

Coppé, S et Balmes, R(1999) Les activités d'aide à la résolution de problèmes dans les manuels de cycles 3. *Grand N*, 63, 39-57

Houdement C. (2013) *Au milieu du gué : entre formation des enseignants et recherche en didactique des mathématiques*. Note pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris Diderot. En ligne sur https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/957166/filename/Houdement_hdr.pdf

Houdement C. (1999) Le choix des problèmes pour la résolution de problèmes. *Grand* N, 63, 59-76

Julo, J. (1995) *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques,* Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Robert, A. et Rogaslki, J.(2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : la double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences des mathématiques et technologiques*, 2(4), 505-528.

## Annexe

**Correction du problème de la ration du Soldat.**

57 pour cent d'eau absorbée par la farine signifie que pour 100 g de farine et pour une quantité d'eau suffisante, la farine peut absorber jusqu'à 57 pour cent de son poids en eau.
Pour 100 g de farine, je peux obtenir 157 grammes de pate (farine + eau), l'eau en plus n'est plus absorbée.
Rappel des données du problème :
57 pour cent d'eau : la capacité d'absorption de la farine.
117 kg : la quantité de pate nécessaire pour 100kg de pain.
75 dag soit 0.75kg de pain : quantité de pain pour un 1 soldat.
Combien de soldats peut-on nourrir ?
Tout d'abord nous devons savoir quelle est la quantité de pâte pour 1000kg de farine
Avec 100kg de farine et de l'eau on peut avoir 157 kg de pate.
Avec 1000kg de farine et de l'eau on peut avoir 1570kg de pate. 1000kg c'est 10 fois plus que 100kg
Quelle est la quantité de pain si nous avons 1341 kg de pate ?
Avec 117kg de pate on fabrique 100kg de pain.
Avec 1570 kg de pate on fabrique 1341 kg de pain. produit en croix
Nous savons que la ration d'un soldat est de 0.75 kg de pain.
0.75x…..=1341. Avec 1000kg de farine, nous pouvons nourrir environ 1789 Soldats.