

# PRESENTATION D'UN PROJET ENGAGEANT UN COLLECTIF DE FORMATEURS : ÉTUDE DE L'IMPACT DE LA FORMATION INITIALE SUR LES PRATIQUES DES PROFESSEURS DES ÉCOLES DÉBUTANTS CONCERNANT LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES

**Anne BILGOT**

Formatrice, INSPE de Paris, Sorbonne-Université  
Membre de la COPIRELEM  
[anne.bilgot@inspe-paris.fr](mailto:anne.bilgot@inspe-paris.fr)

**Chantal TUFFÉRY-ROCHDI**

Formatrice, INSPE de Paris, Sorbonne-Université  
LDAR, Université de Paris, Univ Paris Est Créteil, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN  
[chantal.tuffery-rochdi@inspe-paris.fr](mailto:chantal.tuffery-rochdi@inspe-paris.fr)

## Résumé

Ce texte rend compte d'une communication effectuée en juin 2021 au colloque de la COPIRELEM. Il présente un travail en cours mené sous forme de recherche-action, dans lequel un collectif constitué de formateurs de l'INSPE de Paris et de conseillers pédagogiques de l'académie de Paris est engagé depuis 2019. Ce travail vise à identifier des points de vigilance relatifs à la formation initiale pour que celle-ci aide les professeurs des écoles à concevoir et soutenir des séances de résolution de problèmes qui soient porteuses d'apprentissages pour leurs élèves. Les cadres théoriques mobilisés sont l'approche documentaire du didactique (Gueudet et Trouche, 2010) et la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2010).

Nous présentons dans ce texte les premiers résultats de notre travail, obtenus à partir de plusieurs diagnostics établis auprès d'étudiants ou d'enseignants débutants. Ces diagnostics portent sur des problèmes arithmétiques basiques ou complexes (Houdement, 2017), et les difficultés que nous mettons en évidence portent aussi bien sur la résolution de ces problèmes que sur l'enseignement de leur résolution.

La communication dont nous rendons compte dans ce texte entre dans la catégorie « Échange d'expérience » des communications du colloque COPIRELEM 2021. Elle présente le début d'une recherche-action menée à l'INSPE de Paris, soutenue par le GIS - RREEFOR (Groupement d'Intérêt Scientifique « Réseau de Recherche en Education, Enseignement et Formation ») de l'INSPE de Paris. Après avoir présenté le projet, nous détaillerons un premier diagnostic, relatif à des difficultés rencontrées par des étudiants et des enseignants débutants concernant la résolution de problèmes arithmétiques, et qui nous conduit à questionner la formation initiale que nous proposons. Dans la conclusion, nous évoquerons des pistes de formations expérimentées en 2020-2021 et qui nous semblent porteuses.

## I - PRÉSENTATION DU PROJET

Nous présentons dans cette partie l'origine de notre projet, la problématique dégagée ainsi que des éléments concernant le cadre théorique choisi et la méthodologie construite.

## 1 Origine du projet et problématique

Ce projet trouve son origine dans la conception d'un parcours M@gistère pour une formation sur l'enseignement de la résolution de problèmes à l'aide des nombres et du calcul, élaboré en 2018 dans le cadre d'un partenariat entre l'ESPE de Paris et la mission mathématiques de l'académie de Paris, à destination de l'ensemble des professeurs des écoles en école élémentaire à Paris. Les conseillers pédagogiques de ces circonscriptions pointaient de façon quasi-systématique des difficultés des professeurs des écoles pour concevoir et mener des séances de résolution de problèmes qui soient porteuses d'apprentissages et qui s'inscrivent dans une progression annuelle. Or la formation initiale des professeurs des écoles dispensée à l'INSPE devrait contribuer au développement de compétences professionnelles dans ce champ. La problématique qui a émergé de ces échanges entre formateurs INSPE et conseillers pédagogiques et qui sous-tend notre travail est la suivante : est-il possible d'identifier des points de vigilance relatifs à la formation initiale pour que celle-ci aide les professeurs des écoles à concevoir et soutenir des séances fondées sur la résolution de problèmes qui soient porteuses d'apprentissages pour leurs élèves ?

## 2 Une recherche-action

Notre travail est mené comme une recherche-action (Catroux, 2014) et engage une dizaine de formateurs de l'INSPE de Paris impliqués dans la formation des professeurs des écoles. Il a été freiné par la situation sanitaire et s'est pour l'instant focalisé sur une première étape consistant en l'établissement d'un diagnostic sur la nature des difficultés rencontrées par des étudiants, des professeurs des écoles stagiaires lauréats du concours, et des professeurs débutants (titulaires depuis moins de deux ans). La présentation des résultats de ce diagnostic est l'objet principal de cette communication. Ce diagnostic nous permet d'envisager des pistes pour modifier nos pratiques en formation, que nous expérimentons dans la suite de notre recherche-action. Nous les exposerons brièvement dans la dernière partie du texte.

## 3 Cadres théoriques

Les cadres théoriques mobilisés dans cette recherche sont l'approche documentaire du didactique (Gueudet et Trouche, 2010) et la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2010).

L'approche documentaire du didactique invite à regarder l'activité du professeur dans son unité et sa dynamique et à considérer que l'activité en classe n'est qu'un moment de celle-ci. Elle propose un ensemble de concepts permettant l'étude didactique du travail documentaire des enseignants, c'est-à-dire le travail réalisé pour concevoir et mettre en œuvre la matière de son enseignement (collecter des ressources, les sélectionner, les transformer, les recomposer, les partager, les mettre en œuvre, les réviser...). Elle porte une attention spécifique aux dimensions collectives de l'activité des professeurs (Gueudet et Trouche, 2010). Un des volets de notre étude porte sur la manière dont les enseignants débutants choisissent les ressources qui les aident à préparer leur classe en mathématiques et comment ils utilisent ces ressources. En particulier, nous nous demandons dans quelle mesure les ressources évoquées en formation initiale font ensuite l'objet d'une utilisation et d'une appropriation effectives par les néo-titulaires. Nous donnerons quelques premiers éléments sur ce point dans la partie III de ce texte.

La double approche didactique et ergonomique propose d'analyser l'activité du professeur dans toute sa complexité en la décomposant en cinq composantes qui une fois recombinaison permettent d'approcher les pratiques. La composante cognitive traduit ce qui correspond au choix de l'enseignant sur les contenus, les tâches, leur organisation, leur quantité, leur ordre, leur insertion dans une progression et les prévisions de gestion pour la séance. La composante médiative s'attache aux déroulements, à la dévolution des consignes, l'accompagnement des élèves dans la réalisation de la tâche, les validations, les expositions de connaissances. Les trois autres composantes permettent d'intégrer la part du métier. La composante personnelle traduit les représentations du professeur, les risques qu'il consent, le confort dont il a besoin. La composante institutionnelle permet de tenir compte d'un certain nombre de contraintes : les programmes, les horaires, certaines ressources comme les manuels, l'administration. Enfin la composante sociale permet d'introduire le fait que l'enseignant travaille avec des élèves et des collègues (Robert, 2010).

Dans notre étude, nous nous intéressons ainsi au choix des problèmes proposés aux élèves, à leur progression sur l'année, à la conformité de ces problèmes avec les attendus institutionnels, à leur mise en œuvre en classe, à la manière dont les solutions de ces problèmes sont rédigées et aux traces écrites associées. Dans ce texte, nous présentons des éléments de diagnostic qui relèvent de ces différentes composantes, et qui sont destinés à nous aider à identifier différents axes de travail possibles en formation.

#### 4 Méthodologie

Nous avons dans un premier temps mené plusieurs séminaires internes d'échanges entre formateurs<sup>1</sup> sur nos pratiques individuelles et sur les ressources utilisées en formation initiale. Nous avons ensuite soumis des étudiants de deuxième année de master MEEF (Non lauréats et Professeurs des Ecoles Stagiaires lauréats du concours) à des évaluations diagnostiques lors des séances de mathématiques sur la résolution de problèmes. Nous avons enfin mené une formation continue à destination de titulaires débutants première et deuxième années d'une circonscription parisienne en lien étroit avec les conseillères pédagogiques de la circonscription (Emilie Dibb et Nicole Matulik). Nous avons dans ce cadre conçu et proposé un questionnaire aux professeurs débutants sur lequel nous reviendrons dans la suite de ce texte.

---

## II - MIEUX CERNER LES DIFFICULTÉS DES ÉTUDIANTS : DES RÉOLUTIONS DE PROBLÈMES COMPLEXES EN FORMATION INITIALE

---

Nous avons dans un premier temps cherché à élaborer un diagnostic sur les difficultés rencontrées par les étudiants de deuxième année de master qu'ils soient non lauréats du concours ou lauréats du concours. Pour cela, nous les avons soumis à des évaluations dont le contenu portait sur la résolution de problèmes arithmétiques de l'école élémentaire. Nous avons sélectionné des problèmes complexes au sens défini par Houdement (2017). Ces problèmes complexes avaient comme propriété d'être résolubles selon au moins deux démarches différentes.

### 1 Des difficultés détectables lors de la résolution de problèmes de CRPE (niveau cycle 4)

Le fait de porter une attention particulière aux difficultés rencontrées par des étudiants lors de la résolution de problèmes complexes de l'école élémentaire est récente dans nos pratiques de formatrices. Nous avons auparavant pu constater à différentes reprises, lors de la préparation à la partie disciplinaire de l'épreuve écrite du CRPE, que des étudiants étaient en difficulté pour résoudre des problèmes de calcul de grandeurs nécessitant l'élaboration d'une démarche en plusieurs étapes. Un exemple d'un tel problème est le problème 1 dont l'énoncé est en annexe 1 (problème des glaces). Jusqu'alors, nous entendions des retours d'étudiants en difficulté face à de tels exercices (« Je n'ai pas su par quoi commencer » ... « Je me suis perdu(e) et j'ai arrêté »), mais nous n'établissions pas de lien entre ces difficultés et l'apprentissage de la résolution de problèmes complexes à l'école élémentaire. En particulier, nous ne cherchions pas à savoir si ces étudiants étaient également en difficulté pour résoudre des problèmes complexes plus simples, accessibles à des élèves de cycle 3. Nous n'explicitons pas non plus auprès des étudiants que la prise de conscience de leurs propres difficultés à résoudre ces problèmes de collège pouvaient les éclairer sur des enjeux de l'apprentissage de la résolution de problèmes complexes à l'école. Dans la suite, nous présentons des diagnostics que nous avons effectués relativement à la résolution de problèmes de niveau cycle 3.

---

<sup>1</sup>F. Bourhis-Laine, M. Déprez, A. Di-Benedetto, C. Girardot-Chartier, E. Greff, K. Odier, P. Saurel, E. Servat, N. Villain

## 2 Des difficultés pour résoudre des problèmes complexes de niveau cycle 3

### 2.1 Présentation et analyse de l'un des problèmes complexes de cycle 3 proposés en formation

L'un des problèmes complexes de niveau cycle 3 que nous avons exploités en formation est le problème 1 (ERMEL CM1, Hatier) présenté ci-dessous, et repris en annexe 1 :

Pierre collectionne les timbres. Il a 300 timbres. Il les place dans un album.  
 Sur chaque page, il met 15 timbres. Il a déjà rempli 12 pages.  
 Combien peut-il encore remplir de pages avec les timbres qui lui restent ?

*Problème 1 (ERMEL CM1, Hatier).*

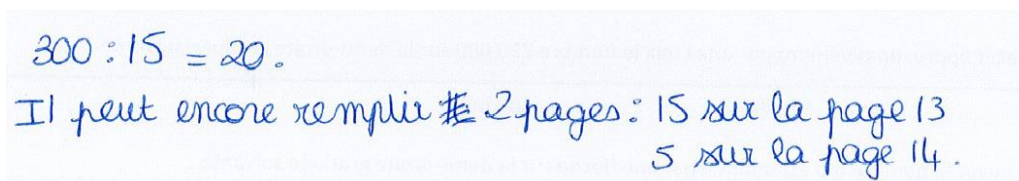
Ce problème est un problème complexe qui peut être décomposé en sous-problèmes basiques (Houdement, 2017) de deux manières :

- Procédure A (en deux étapes)  
 On calcule d'abord le nombre de pages nécessaires pour placer tous les timbres (problème de recherche du nombre de groupes dans un problème de groupement où les groupements doivent être équipotents, qui relève de la division), puis le nombre de pages qu'il reste à remplir (problème de recherche d'une partie dans un tout, qui relève de la soustraction).  
 Du point de vue du calcul, cette démarche conduit à effectuer la division de 300 par 15, dont le quotient est entier, égal à 20, puis la soustraction de (petits) nombres entiers  $20 - 12$ .
- Procédure B (en trois étapes)  
 On calcule d'abord le nombre de timbres déjà rangés (problème de recherche de la quantité totale quand une même quantité est répétée à l'identique, qui relève de la multiplication), puis le nombre de timbres qu'il reste à placer (problème relevant de la soustraction, comme pour la première démarche), avant de calculer le nombre de pages nécessaires pour placer ces nombres (problème relevant de la division, comme pour la première démarche).  
 Du point de vue du calcul, cette démarche conduit à effectuer la multiplication de deux entiers à deux chiffres,  $15 \times 12$ , dont le résultat vaut 180, puis la soustraction de deux nombres entiers plus grands que dans la première démarche ( $300 - 180$ ), puis la division de 120 par 15 (dont le quotient est entier et vaut 8).

### 2.2 Un diagnostic en formation initiale

Le problème précédent a été proposé en début d'année 2020 à 48 étudiants de deuxième année de master MEEF, non lauréats du CRPE, dans le cadre d'une évaluation présentée comme un diagnostic de début d'année portant sur des domaines divers. Parmi ces 48 étudiants, 32 étudiants ont su résoudre ce problème ; 2 étudiants n'ont apporté aucune réponse ; 14 étudiants ont apporté une réponse erronée.

Nous nous concentrons ici sur deux productions erronées, que nous estimons représentatives de 9 des 14 réponses erronées que nous avons relevées (trois autres réponses sont erronées à cause d'une erreur de calcul ; deux réponses fausses sont données sans justification).



300 : 15 = 20.  
 Il peut encore remplir 2 pages : 15 sur la page 13  
 5 sur la page 14.

Figure 1. Production erronée 1 pour le problème des timbres.

Dans l'exemple présenté en Figure 1, l'étudiant effectue correctement la division qui constitue la première étape de la procédure A décrite précédemment. En revanche, il ne remet pas en contexte sa réponse (20 est un nombre de pages), et l'utilise ensuite de manière erronée, en considérant manifestement 20 comme le nombre de timbres restant à placer. Il conclut et pense donc avoir résolu le problème. Nous identifions ici une difficulté semblable à celle rencontrée par des élèves de cycle 3 et relevant, selon Houdement (2017), d'une absence de qualification d'un résultat intermédiaire.

$$\begin{array}{r}
 15 \\
 \times 12 \\
 \hline
 30 \\
 150 \\
 \hline
 180
 \end{array}$$

je n'ai pas su répondre

Figure 2. Production erronée 2 pour le problème des timbres.

Dans l'exemple présenté en Figure 2, l'étudiant effectue correctement la multiplication qui aurait pu lui permettre d'obtenir le nombre de timbres déjà placés comme dans la procédure B, mais sa production s'arrête là, sans qu'il ne soit possible de déterminer si l'étudiant a effectué à dessein cette opération, ou bien s'il a effectué une opération « au hasard » à partir de deux données numériques présentes dans l'énoncé. Nous faisons l'hypothèse que cette difficulté pourrait être liée à une absence de planification de la démarche avant de se lancer dans les calculs, c'est-à-dire à l'absence de construction d'une liste de sous-problèmes basiques calculables permettant d'obtenir la solution (Houdement, 2017).

### 3 Des difficultés pour enseigner la résolution de problèmes basiques

Nous venons de montrer que la résolution de problèmes de l'école élémentaire peut mettre en difficulté des étudiants en formation initiale. Les autres étudiants (et ils sont majoritaires) savent résoudre ces problèmes, au sens en apporter une réponse finale correcte d'un point de vue mathématique (valeur numérique correcte, correctement remise en contexte). Les diagnostics que nous avons effectués ces deux dernières années, auprès d'étudiants de M2 non lauréats ou fonctionnaires stagiaires, nous laissent néanmoins penser que, chez certains étudiants en réussite apparente, d'autres difficultés sont présentes et que celles-ci sont de nature à compromettre un enseignement serein de la résolution de problèmes complexes. Nous les présentons dans la suite.

#### 3.1 Des fragilités par rapport au sens des opérations révélées lors de la résolution de problèmes complexes

Nous avons, à différentes reprises, proposé à des étudiants de résoudre des problèmes complexes engageant, comme dans le problème des timbres présenté ci-dessous, une division. A ces occasions, nous avons observé que peu d'étudiants écrivent explicitement une division. Par exemple, lors de la résolution du problème 3 placé en annexe 1 (problème des macarons, que nous avons proposé en concours blanc en cours d'année à des M1 et des M2 non lauréats), qui est un problème complexe dont la dernière étape de résolution peut consister à partager équitablement 32 macarons entre 12 personnes, nous avons observé que très peu d'étudiants écrivent explicitement, au cours de leur résolution, l'égalité rendant compte de la division euclidienne  $32 = 12 \times 2 + 8$ . Nous avons en revanche observé de multiples contournements de cette écriture, voire des contournements de la division elle-même. Quelques productions placées en annexe 2 en témoignent.

On relève ainsi :

- soit un recours soudain à une procédure schématique alors que les étapes précédentes de la résolution du problème sont traitées par des opérations ;

- soit un recours à des soustractions itérées de 12 ;
- soit des écritures en ligne fausses, comme «  $32 : 12 = 12 \times 2 + 8$  »
- soit un recours à une division décimale et des écritures fractionnaires ou à virgule.

Nous avons également observé des difficultés similaires en demandant à des professeurs des écoles stagiaires lauréats du CRPE de proposer une trace écrite pour un problème additif (recherche de l'état initial dans une transformation) « telle qu'elle pourrait être recopiée dans le cahier d'un élève ». Des productions sont placées en annexe 3. Ces traces montrent une grande diversité dans les contenus proposés aux élèves pour la résolution d'un même problème basique. En particulier, elles permettent de constater que la présence de l'addition qui permet de résoudre le problème n'est pas un incontournable pour tous les étudiants (cette addition apparaît dans certaines productions, alors que d'autres restent au stade de la soustraction à trou « qui raconte l'histoire »). A ce stade de notre diagnostic, nous n'avons pas identifié si le fait de s'arrêter à l'opération à trou relève de connaissances fragiles sur la modélisation, ou d'un choix de l'étudiant pour rester proche de procédures-élève, ou d'une absence d'intention de hiérarchisation des procédures de résolution d'un problème basique (« l'opération à trou suffit pour résoudre le problème »). Nous en concluons néanmoins que pour certains étudiants, la modélisation par l'une des quatre opérations d'un problème basique pour l'école élémentaire peut constituer une source de difficulté.

### 3.2 Des difficultés de rédaction d'une solution

Nous avons proposé le problème 4 placé en annexe 1 (problème des bouteilles, issu d'ERMEL CE2, Hatier) à des professeurs des écoles stagiaires lauréats du CRPE, affectés en élémentaire, en leur demandant d'anticiper une trace écrite pour des élèves de CE2. Aucun de ces professeurs n'a été en difficulté pour résoudre le problème. En revanche, nous avons pu observer des difficultés pour observer une rédaction structurée par des étapes apparentes : certains étudiants se contentent d'une suite d'opérations sans qualification des étapes intermédiaires ; au contraire, d'autres proposent des « rédactions-fleuve », très longues, où chaque élément de l'énoncé est repris, et qu'il ne serait raisonnablement pas envisageable de proposer comme trace écrite pour des élèves de l'école élémentaire. Nous avons également observé un autre phénomène, dont quelques exemples sont présentés en annexe 4 : certains étudiants présentent une rédaction en apparence structurée, mais avec en fait une oscillation dans le texte entre des étapes décrites par une explication de la grandeur calculée, et des étapes décrivant les opérations à effectuer sans que la grandeur calculée ne soit énoncée. Par exemple, dans la production 1 placée en annexe 4, dans la première étape et la deuxième étape, l'étudiant annonce bien la grandeur qu'il cherche à calculer (« Nombre total de bouteilles d'eau au début » ; « Nombre total de bouteilles d'eau vendues ») ; en revanche, dans la troisième étape, il n'indique pas qu'il cherche à calculer le nombre de bouteilles d'eau qu'il reste à la fin de la journée, mais se contente de décrire l'opération qu'il va effectuer (« Retirer le nombre de bouteilles d'eau vendues à l'état initial »). Cette incohérence de rédaction se retrouve dans la production 2 de l'annexe 4.

## 4 Des difficultés pour proposer plusieurs démarches de résolution d'un même problème complexe

À l'occasion de la résolution de problèmes comme celui des timbres ou celui des bouteilles précédemment évoqués, nous avons constaté un autre type de difficulté : être capable, en tant qu'enseignant, d'envisager plusieurs démarches de résolution d'un même problème complexe (comme on l'a vu sur le problème des timbres et les deux démarches de résolution proposées, ceci permet notamment de prendre conscience que selon la démarche choisie, le nombre d'étapes, le sens des opérations et le degré de difficulté des calculs peuvent être très différents d'une démarche à une autre).

À titre d'exemple, nous citons ici les résultats observés en 2020-2021 auprès d'un groupe de professeurs des écoles stagiaires lauréats du concours et affectés en élémentaire. Nous avons proposé comme diagnostic le problème des bouteilles, puis quelques semaines plus tard, en évaluation sommative, le problème 5 présenté en annexe 1 (problème des yaourts), en demandant de proposer une première

solution rédigée du problème, puis une deuxième solution du problème. Entre le diagnostic et l'évaluation sommative, un travail a été conduit à partir des productions recueillies lors du diagnostic sur le problème des bouteilles, pour expliciter notamment que le recours à une démarche plutôt qu'à une autre a des effets sur le nombre d'étapes à traiter et sur la nature et la difficulté des opérations en jeu.

Ce groupe d'étudiants comptait 25 personnes. Lors du diagnostic (problème des bouteilles, posé en février 2021), sur 25 étudiants, tous sont parvenus à proposer une solution correcte. 9 sont parvenus à en proposer une deuxième correcte ; 8 ont proposé une solution passant par les mêmes étapes mais des stratégies de calcul différentes une fois les opérations choisies ; 8 n'ont rien proposé.

Lors de l'évaluation (problème des yaourts, posé en avril 2021), sur les mêmes 25 étudiants, 23 sont parvenus à proposer une solution correcte. Parmi eux, 15 sont parvenus à proposer une deuxième solution correcte ; 3 ont proposé une deuxième solution fondée uniquement sur des stratégies de calcul différentes ; 5 ont proposé deux solutions fondées sur deux manières distinctes de comprendre l'énoncé (4 jours de cantine par semaine ou 5 jours de cantine par semaine). Même si les progrès ainsi observés peuvent paraître modestes, ils nous confortent dans l'idée qu'il est utile d'expliciter en formation qu'un problème complexe peut être résolu par différentes démarches, et de confronter effectivement les étudiants à la recherche de différentes démarches de résolution d'un même problème d'école.

---

### III - MIEUX CERNER LES DIFFICULTÉS DES ENSEIGNANTS DÉBUTANTS : LES REPONSES À DEUX QUESTIONNAIRES

---

#### 1 La résolution de problèmes complexes dans des classes de professeurs des écoles stagiaires

En complément du diagnostic évoqué dans la partie précédente portant sur les deux démarches de résolution du problème des bouteilles, nous avons soumis à ce même groupe de 25 professeurs des écoles stagiaires lauréats du CRPE un questionnaire portant sur leur pratique de la résolution de problèmes complexes dans leur classe pendant leur stage en responsabilité. Tous étaient en stage en élémentaire, avec une même classe à l'année, partagée avec un autre professeur des écoles stagiaire, en alternance trois semaines/trois semaines.

Les questions posées étaient les suivantes :

- Avez-vous déjà proposé cette année dans votre classe des problèmes nécessitant plusieurs étapes de résolution ?
- Si votre réponse est non, est-ce délibéré (et dans ce cas pour quelles raisons ?), ou en prenez-vous conscience aujourd'hui ?
- Si votre réponse est oui, que vouliez-vous que vos élèves apprennent lors de la résolution de tels problèmes ? Quelles difficultés avez-vous remarquées ?

Les réponses individuelles récoltées nous ont permis de dégager plusieurs éléments :

- A la date du questionnaire (février), 11 PES sur 25 déclarent ne pas avoir encore proposé de problèmes complexes à leurs élèves. Parmi eux :
  - Un PES dit en prendre conscience à cette occasion.
  - Un PES déclare : « mes manuels ne proposent de telles situations que dans les exercices les plus difficiles, que nous ne traitons peu voire pas. »
  - Trois PES évoquent une organisation où l'enseignement du calcul et la résolution de problèmes sont abordés séparément en classe : l'un évoque des difficultés en calcul chez ses élèves, qui ne permettraient pas d'aborder la résolution de problèmes ; deux disent que c'est leur binôme qui prend en charge « les problèmes », tandis qu'eux font du calcul.

- Six PES évoquent une organisation où problèmes basiques et problèmes complexes sont abordés successivement : ils disent ne pas avoir encore proposé assez de problèmes en une étape, ou avoir constaté trop de difficultés sur ces problèmes, pour avoir pu envisager de proposer des problèmes complexes à leurs élèves.
- Les 14 autres étudiants répondent positivement à la première question. On recense alors différentes difficultés et objectifs d'apprentissage :
  - La « compréhension des énoncés » est évoquée à plusieurs reprises ; la nécessité d'identifier des relations entre les différentes données du problème (Houdement, 2017) n'est cependant évoquée explicitement que deux fois (il faut trouver des « liens » entre les nombres, des « correspondances »).
  - Un travail sur le choix des opérations revient fréquemment : le fait que les problèmes complexes sont l'occasion de mettre en évidence que « résoudre un problème, ce n'est pas seulement faire un calcul » semble spontanément identifié par 8 étudiants.
  - Un travail sur la nécessité de définir des étapes pour résoudre le problème est également mentionné par 8 étudiants.

En revanche, aucun étudiant ne mentionne un travail sur la qualification des résultats intermédiaires (au sens de Houdement (2017), comme illustré par exemple en Figure 1).

## 2 La résolution de problèmes complexes dans des classes de professeurs des écoles néo-titulaires

Nous avons également proposé un questionnaire à neuf enseignants titulaires débutants première année (T1) et deuxième année (T2) d'une circonscription parisienne. Ce questionnaire, conçu collectivement avec les conseillères pédagogiques de la circonscription, Emilie Dibb et Nicole Matulik, était composé de questions ouvertes portant sur la formation initiale de ces jeunes titulaires, leur pratique de la résolution de problèmes sur les trois premiers mois de l'année scolaire, les ressources utilisées et les besoins qu'ils identifiaient. Il précédait une formation sur la résolution de problèmes. Nous tenons à préciser que ces enseignants n'avaient pas eu connaissance de l'objet de la formation, si ce n'est le fait qu'elle porterait sur les mathématiques. Le questionnaire a été envoyé par courrier électronique en amont et les réponses ont été recueillies lors d'entretiens individuels qui ont duré entre 30 et 45 minutes et qui se sont déroulés en décembre 2020. Nous ne reportons ci-dessous que quelques éléments obtenus lors de ces entretiens qui nous amènent à nouveau à questionner la formation initiale.

Les réponses obtenues montrent tout d'abord une connaissance très partielle des recommandations institutionnelles issues des programmes et des documents d'accompagnement. Ainsi 5 enseignants sur 9 disent ne pas connaître la circulaire ministérielle<sup>2</sup> de 2018 intitulée *La résolution de problèmes à l'école élémentaire*. Concernant les ressources utilisées lors de la préparation des séances mathématiques, on relève l'utilisation régulière d'un manuel mais sans l'utilisation systématique du guide du maître associé ; 2 enseignants sur 9 disent ne pas utiliser ou très peu le guide du maître. Parmi les autres ressources citées, on relève peu ou pas de référence à des ressources connues grâce à la formation initiale. La seule ressource citée comme fréquentée en formation initiale réside dans les ouvrages de la collection ERMEL : 5 enseignants disent utiliser ces ressources en les associant à la formation initiale. Nous observons en revanche le recours privilégié à des ressources transmises par les collègues de l'école pour la préparation des séances de mathématiques en particulier pour le choix du manuel utilisé lors des préparations. Nous

<sup>2</sup> *La résolution de problèmes à l'école élémentaire*, Bulletin officiel spécial n°3 du 5 avril 2018, <https://www.education.gouv.fr/bo/18/Special3/MENE1809043N.htm>

notons enfin une connaissance au moins partielle de classifications de problèmes (Vergnaud, Houdement) affirmée par les enseignants et mobilisée lors des échanges pendant les entretiens.

---

## IV - CONCLUSION ET PISTES POUR LA FORMATION

---

Les diagnostics que nous avons effectués nous ont permis d'identifier des difficultés que nous sous-estimions jusqu'alors relativement à la résolution de problèmes de l'école élémentaire : nous en tirons la conclusion que prendre le temps en formation initiale de faire résoudre *individuellement* des problèmes de l'école élémentaire permet de mettre au jour puis de traiter des difficultés, qui, au quotidien, dans l'ordinaire de la classe, peuvent compromettre un enseignement serein de la résolution de problèmes. Plus précisément, nous considérons désormais qu'il peut être utile en formation de prendre le temps de :

- Faire résoudre *individuellement* des problèmes basiques élémentaires relevant des quatre opérations pour s'assurer que la modélisation de ces problèmes ne soit plus une source de difficultés pour les étudiants ou PES, en portant une vigilance particulière pour les problèmes relevant de la division et pour les problèmes relevant de l'addition ou de la soustraction quand la traduction immédiate de l'histoire du problème sous forme d'opération conduit à une opération à trou.
- Faire rédiger une trace écrite pour des problèmes basiques, d'une part pour objectiver une difficulté du métier : ce n'est pas parce qu'un problème est basique que l'enseignement de sa résolution est simple ; d'autre part pour que les étudiants aient l'occasion de s'approprier en formation des traces écrites possibles, mathématiquement correctes, et accessibles aux élèves.
- Faire résoudre et rédiger des traces écrites de problèmes complexes afin d'amener les étudiants ou PES à une meilleure planification des étapes intermédiaires et à une meilleure qualification des résultats intermédiaires (Houdement, 2017) ; demander, lorsque cela est possible, d'envisager deux démarches correctes pour résoudre le problème.

Nous avons par ailleurs identifié dans les réponses aux différents questionnaires que nous avons proposés des éléments déjà recensés dans différents travaux, qui, selon nous, sont en général abordés en formation initiale, mais dont l'appropriation se révèle insuffisante ; dans la suite de notre recherche-action, nous chercherons à identifier des pistes pour favoriser cette appropriation. Ces éléments sont les suivants :

- Les interactions entre apprentissage du calcul et construction du sens des opérations (Butlen et Charles-Péard, 2007) ;
- La place de la manipulation dans l'accès aux connaissances mathématiques (Eysseric, 2017), et plus généralement la question des aides en résolution de problèmes ;
- Le rôle de l'institutionnalisation dans les apprentissages des élèves, la difficulté que constitue cette tâche pour des enseignants, en particulier débutants, et la nécessaire hiérarchisation des procédures des élèves pour ne pas les cantonner dans des procédures primitives conduisant à une réussite immédiate mais peu robuste pour la suite (Charles-Péard, Butlen et Masselot, 2012) ;
- Les ressources, en particulier le manuel scolaire ou les ressources transmises par des pairs, et leurs usages (Bueno-Ravel et Gueudet, 2014).

Nous avons en fin de communication évoqué trois ressources qui, après quelques expérimentations que nous avons déjà menées et que nous pensons approfondir dans la suite de notre recherche-action, nous paraissent présenter un potentiel pour fournir des supports utiles en formation pour aborder certains des éléments que nous venons de mentionner :

- Une vidéo d'une séance de résolution d'un problème du champ additif : c'est une ressource qui avait été mise à disposition des formateurs par l'IGESR dans le cadre du plan DGESCO de 2018 qui

prévoyait 9 heures de formation pour les enseignants de cycle 2, et qui est disponible par exemple au lien suivant : <https://pedagogie-nord.ac-lille.fr/formations/plan-maths/cycle2/#calcul>

Nous exploitons cette vidéo en demandant aux étudiants d'anticiper un déroulement de séance fondé sur la liste des problèmes résolus par les élèves dans la séance filmée, avant de confronter les scénarios proposés par les étudiants aux choix faits par les concepteurs de la séance filmée.

- Un énoncé de problème permettant d'amorcer par un scénario par homologie une séance de formation à la résolution de problèmes complexes :

*Trois chameaux forment une caravane.*

*Sur chaque chameau, il y a trois paniers.*

*Dans chaque panier il y a trois chattes et chaque chatte a trois chatons.*

*Combien de pattes y a-t-il en tout dans la caravane ?*

Nous demandons aux étudiants de résoudre ce problème seul, puis en petit groupe, avant d'en présenter une solution à l'ensemble du groupe. Ceci permet de mettre en évidence l'utilité (voire la nécessité) de qualifier les résultats intermédiaires d'une part pour mener à terme la résolution du problème, et d'autre part pour être ensuite en mesure de présenter sa démarche lors de la mise en commun.

- Une vidéo d'une séance de résolution de problème atypique en CE2, mise à disposition en 2016 par la mission mathématiques du Loir-et-Cher : <https://www.dailymotion.com/video/x59tzm0>

Pour cette vidéo aussi, nous demandons aux étudiants d'anticiper un déroulement de séance fondé sur la résolution du problème proposé aux élèves pendant la séance filmée, avant de confronter les scénarios proposés par les étudiants aux choix faits par les concepteurs de la séance filmée.

---

## V - BIBLIOGRAPHIE

---

Butlen, D. et Charles-Pézar, M. (2007). Conceptualisation en mathématiques et élèves en difficulté. Le calcul mental, entre sens et technique. *Grand N* (79), 7-32, IREM de Grenoble.

Bueno-Ravel, L. et Gueudet, G. (2014). Quelles ressources pour les professeurs des écoles et leurs formateurs ? Apports de la recherche en didactique. *Actes du 41e colloque COPIRELEM*, Mont de Marsan.

Catroux, M. (2014). Introduction à la recherche-action : modalités d'une démarche théorique centrée sur la pratique. *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité*, Vol. XXI (n° 3 | 2002), p. 8-20. En ligne (consulté le 26 avril 2021) : <http://journals.openedition.org/apliut/4276>

Charles-Pézar, M., Butlen, D. et Masselot, P. (2012). *Professeurs des écoles débutants en ZEP : quelles pratiques ? Quelle formation ?* Grenoble : La Pensée Sauvage.

Eysseric, P. (2017). Mettre au centre la résolution de problèmes. *Cahiers Pédagogiques* (517).

Gueudet, G. et Trouche, L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. In G. Gueudet et L. Trouche (éds), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 57-73). Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

Houdement, C. (2017). Résolution de problèmes arithmétiques à l'école. *Grand N* (100), 59-78, IREM de Grenoble.

Robert, A. (2010). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In F. Vandebrouck (coord), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 59-65). Toulouse : OCTARÈS Éditions (deuxième édition).



## VI - ANNEXE 1 : LES PROBLEMES COMPLEXES PROPOSES EN FORMATION INITIALE QUE NOUS CITONS DANS CE TEXTE

**Problème 1 - Source** : problème de collège proposé dans l'un des dossiers d'une épreuve orale du CAPES (3<sup>ème</sup> concours) en 2017 (<https://capes-math.org/index.php?id=archives>)

Un restaurateur propose en dessert des coupes de glace composées de 3 boules sphériques, de rayon 2,1 cm. Les pots de glace au chocolat ont la forme d'un pavé droit (de dimensions 12 cm, 20 cm et 15 cm) et sont tous pleins, tout comme les pots de glace à la vanille qui eux, sont cylindriques (de hauteur 15 cm et dont la base a pour diamètre 14 cm). Le restaurateur veut préparer des coupes avec deux boules au chocolat et une boule à la vanille.

- 1 – Sachant que le restaurateur doit produire 100 coupes de glace, combien doit-il acheter de pots au chocolat et de pots à la vanille ?
- 2 – Aura-t-il suffisamment de glace s'il veut augmenter sa production de coupes de 20% ?

**Problème 2 - Source** : ERMEL CM1, Hatier

Pierre collectionne les timbres. Il a 300 timbres. Il les place dans un album.  
Sur chaque page, il met 15 timbres. Il a déjà rempli 12 pages.  
Combien peut-il encore remplir de pages avec les timbres qui lui restent ?

**Problème 3 - Source** : problème conçu pour un concours blanc à l'INSPE de Paris

Un groupe de 12 amis a commandé 16 boîtes contenant chacune 32 macarons, en prévision d'un séjour d'une semaine. Au cours des 6 premiers jours, ils mangent les trois quarts du nombre de macarons.  
Le 7<sup>ème</sup> jour, ils mangent les trois quarts du nombre de macarons restants.  
Ils décident ensuite de se partager équitablement les derniers macarons.  
Combien de macarons chacun des amis reçoit-il ? Combien de macarons reste-t-il ?

**Problème 4 - Source** : ERMEL CE2, Hatier

Dans un supermarché, le magasinier range les bouteilles.  
Il a 16 caisses contenant chacune 10 bouteilles d'eau et 12 caisses contenant chacune 15 bouteilles de jus de fruits.  
Le matin, 40 bouteilles d'eau et 75 bouteilles de jus de fruits sont vendues. L'après-midi, 55 bouteilles d'eau et 50 bouteilles de jus de fruits sont vendues.  
Combien reste-t-il de bouteilles d'eau ?

**Problème 5 - Source** : Brochure *8 séquences pour résoudre des problèmes au cycle 3*, S. Moisan, M.-C. Jollivet, circonscription Angoulême-Sud.

A l'école de Bonnes les enfants mangent des yaourts chaque midi.  
Les yaourts sont vendus en cartons de 8.  
Cherche combien la cantinière doit commander de cartons chaque semaine pour les enfants qui mangent à la cantine.  
72 enfants mangent à la cantine chaque jour.

## VII - ANNEXE 2 : DES PRODUCTIONS D'ETUDIANTS MONTRANT DES DIFFICULTES POUR RECOURIR EXPLICITEMENT A LA DIVISION

Il reste 32 macarons des 128.  
 $128 - 96 = 32$   
 Chacun des 12 amis reçoit 2 macarons et il en reste 8.

|                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> | P <sub>5</sub> | P <sub>6</sub> | P <sub>7</sub> | P <sub>8</sub> | P <sub>9</sub> | P <sub>10</sub> | P <sub>11</sub> | P <sub>12</sub> |
| 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               |
| 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               |
| 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               |

les 24 macarons pour les 12 personnes  
 les 8 restants

$128 - 96 = 32$  macarons restants au 1<sup>er</sup> jour  
 Il a 12 amis donc  $32 - 12 = 20$  et  $20 - 12 = 8$   
 donc chaque ami reçoit 2 macarons et il en reste 8.

Ils se partager équitablement les  
 derniers macarons :

$$32 : 12 = 2 \times 2 + 8$$

Ils auront 2 macarons chacun et il  
 restera 8 macarons.

Il reste  $128 - 96 = 32$  macarons<sup>4</sup> et se partager en 12.  
 Or,  $32 \div 12 = 2$ <sup>par pers.</sup>, il reste 8 macarons.

Le septième jour, ils en mangent  $12 \times \frac{3}{4} = 9$ . Il en  
 reste donc 32.

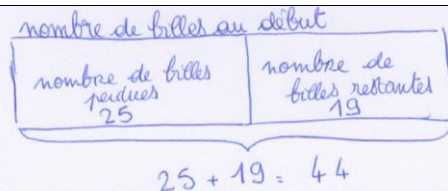
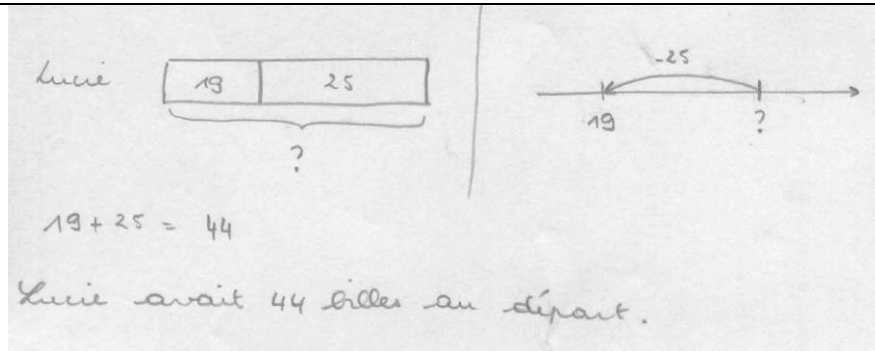
$\frac{32}{12} = 2,6$ . On donne donc 2 macarons à chaque ami,  
 ce qui fait 24 macarons.

$32 - 24 = 8$ . Il reste 8 macarons.

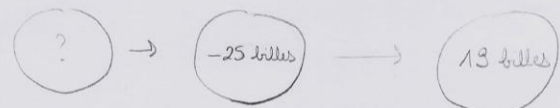
# VIII - ANNEXE 3 : DES TRACES ECRITES DE PES POUR UN PROBLEME BASIQUE DU CHAMP ADDITIF

Source : Fichier de résolution de problèmes (CE2) – Méthode Heuristique en Mathématiques  
<https://methodeheuristique.com/>

Lucie a joué aux billes avec Marc. Elle a perdu 25 billes. Maintenant, il lui reste 19 billes.  
 Combien de billes avait-elle au départ ?



Lucie avait 44 billes au départ.

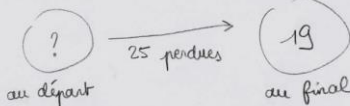


Calcul : ... - 25 = 19 donc  $19 + 25 = \dots$

$$19 + 25 = 44$$

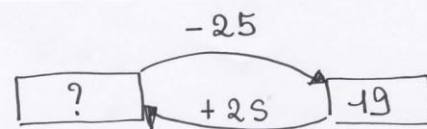
Phrase réponse : Elle avait 44 billes au départ

2 Billes de Lucie :



calcul :  $\textcircled{?} - 25 = 19$  donc  $\textcircled{?} = 44$   
 $19 + 25 = 44$

phrase-réponse : Lucie avait 44 billes au départ.



$$19 + 25 = 44$$

Elle avait 44 billes au départ

$$\boxed{44} - 25 = 19$$

Au départ, Lucie avait 44 billes.

Pour connaître un nombre de départ, on effectue une addition.  
 Elle perd 25 billes et maintenant elle en a 19.  

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 19 \\ \hline 44 \end{array}$$
 Elle avait 44 billes au départ

# IX - ANNEXE 4 : DES TRACES ECRITES DE PES POUR LA RESOLUTION D'UN PROBLEME COMPLEXE DE CE2

## Production 1

1. Nombre total de bouteilles d'eau au début:  $16 \times 10 = 160$   
 2. Retenir le nombre total de bouteilles d'eau vendues dans la journée:  $40 + 55 = 95$   
 3. Retenir le nombre de bouteilles d'eau vendues à l'état initial:  $160 - 95 = 65$ .

## Production 2

dans un premier temps, je calcule combien de bouteilles d'eau j'avais avant d'en vendre.  
 16 caisses de 10 bouteilles d'eau  
 $16 \times 10 = 160$  bouteilles d'eau

② Puis je calcule ce que j'ai vendu ~~le matin~~ dans la journée en ajoutant mes ventes du matin à mes ventes de l'après-midi pour les bouteilles d'eau.  
 $40 + 55 = 95$   
 soit 95 bouteilles d'eau vendues.

③ Je déduis le nombre de bouteilles d'eau que j'ai vendues du nombre total de bouteilles d'eau que j'avais au début de la journée.  
 $160 - 95 = 65$   
 ↳ je peux aussi faire  $165 - 100 = 65$   
 soit il me reste 65 bouteilles d'eau à la fin de la journée.