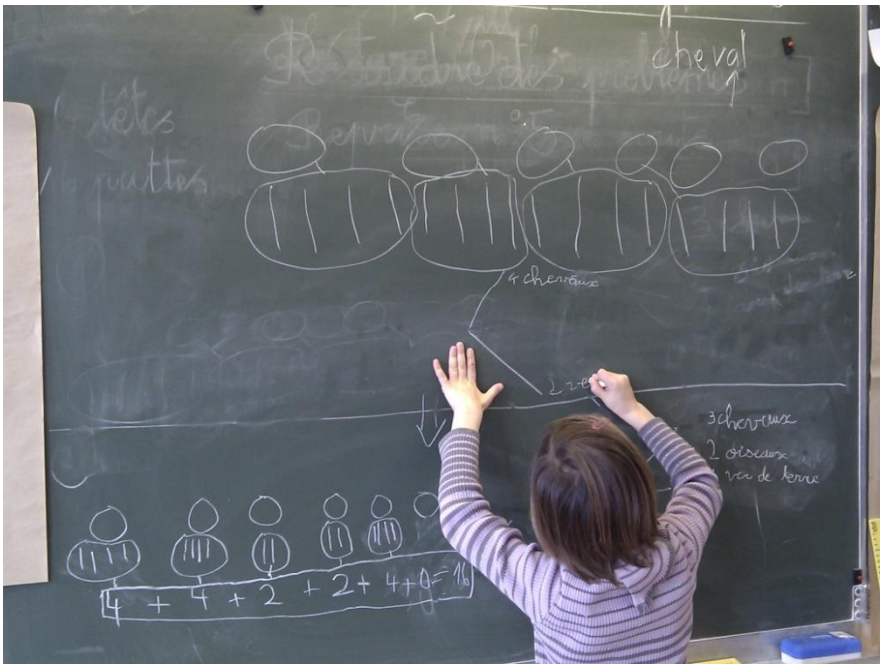
Université Paris Descartes
Faculté des sciences humaines et sociales

LES PRATIQUES DE L'ENSEIGNANT DURANT L'ACTIVITÉ DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES PAR LES ÉLÈVES ET LEURS EFFETS SUR L'APPRENTISSAGE



Mémoire de Master 2 de Sciences de l'Éducation

Présenté par Stéphanie de VANSSAY de BLAVOUS

Sous la direction d'Éric RODITI

Septembre 2011

Tous mes remerciement à Éric Roditi pour sa patience et son aide précieuse,

à Isabelle et Violaine pour leur confiance et leur participation active,

et à Élisabeth pour sa relecture attentive.

Résumé :

Cette recherche porte sur les effets d'un travail sur des problèmes ouverts en classe de CE1. Dans un premier temps, nous avons étudié ces effets sur des publics différents (élèves de ZEP et élèves non-ZEP) dans les conditions d'une gestion optimale des séances par une enseignante chevronnée spécialiste de la démarche des problèmes ouverts. Nous avons observé un certain nombre de progrès dans la résolution de problèmes arithmétiques. Puis nous avons cherché à savoir comment ces résultats résistent à la variabilité des gestions de ces situations par des enseignants intéressés et volontaires mais non-spécialistes de cette démarche. Enfin nous avons tenté de comprendre ce qui, dans la pratique des enseignants gérant des séances de problèmes ouverts, permet aux élèves de progresser dans leur apprentissage.

SOMMAIRE

1 Introduction 7

2 Impact des problèmes ouverts sur la résolution de problèmes additifs en CE1 9

2.1 Références théoriques 9

2.1.1 L'importance de la résolution de problèmes 9

2.1.2 Problèmes ouverts 10

2.1.3 La Zone de Proche Développement 11

2.1.4 La représentation du problème 11

2.1.4.1 Le processus d'interprétation et de sélection 12

2.1.4.2 Le processus de structuration 12

2.1.4.3 Le processus d'opérationnalisation 12

2.2 Premier dispositif 13

2.2.1 Population 13

2.2.2 Pré-test et post-test 14

2.2.3 Les séances de problèmes ouverts 15

2.3 Résultats 17

2.3.1 Les représentations 18

2.3.2 Les additions non-pertinentes 18

2.3.3 Les réponses exactes 19

3 Problématique 21

4 Les progrès résistent-ils à la variabilité des gestions ? 23

4.1 Deuxième dispositif 23

4.2 Résultats 23

4.2.1 Les représentations 23

4.2.2 Les additions non-pertinentes 24

4.2.3 Les réponses exactes 25

5 Langage et apprentissages 27
5.1 Pensée et langage 27
5.2 Concepts quotidiens / scientifiques 27
5.3 Développement cognitif et didactique des mathématiques 28
5.4 Questions de pratiques dans la recherche 30
5.4.1 Changer les pratiques des enseignants 30
5.4.2 L'influence des pratiques sur le rapport au savoir 32
5.4.3 Comprendre les processus et les effets des interactions sociocognitives 34
5.4.4 Appréhender la complexité du travail de l'enseignant 34
6 Pratique des enseignantes et activité des élèves 37
6.1 Méthodologie 37
6.1.1 Population 37
6.1.2 Type d'observation et recueil de données 37
6.2 Analyse statistique des séances 38
6.2.1 Choix des séances analysées 38
6.2.2 Méthode d'analyse 40
6.2.2.1 Codage 40
6.2.2.2 Méthode 42
6.2.3 répartition des prises de parole 43
6.2.4 Les interventions des enseignantes 44
6.2.4.1 Importance de la mise en œuvre 44
6.2.4.2 Questionner est une priorité 45
6.2.4.3 Plutôt tutelle ou plutôt médiation ? 46
6.2.4.4 Quelle ouverture ? 46
6.2.4.5 Les élèves répondent beaucoup et questionnent très peu 47
6.2.5 Résultats 47

6.3 Analyse qualitative des séances 49
6.3.1 Méthode 49
6.3.2 Des similitudes 50
6.3.2.1 L'engagement et l'autonomie des élèves 50
6.3.2.2 Le droit à l'essai 51
6.3.2.3 Le plaisir de la recherche 52
6.3.3 Des variabilités 53
6.3.3.1 Phase d'appropriation 53
6.3.3.2 Résoudre des problèmes c'est difficile 55
6.3.3.3 Contraintes matérielles et de gestion de la classe ZEP 59
6.3.4 Éviter certains écueils liés au contexte ZEP 60
6.3.5 Accompagnement des élèves 61
6.3.5.1 Dans la classe d'Isabelle 62
6.3.5.2 Dans la classe de Violaine 72
6.3.6 Ce que nous apprend l'observation des pratiques des enseignantes et du travail des élèves……. 80
7 Discussion 82
7.1 Des pistes pour une formation à la gestion des problèmes ouverts 82
7.2 Mieux comprendre l'efficacité des problèmes ouverts 84
8 Conclusion 87
Bibliographie 90
ANNEXES I

1 INTRODUCTION

La résolution de problèmes permet sous certaines conditions, pour qui cherche ou parvient à les résoudre, de réaliser certains apprentissages. Régine Douady (1984) suggère une organisation de l'enseignement *intégrant des moments où la classe simule une société de chercheurs en activité*, rompant ainsi avec la méthode du *j'apprends, j'applique* et ouvrant vers une attitude active.

Notre recherche menée en Master 1 (de Vanssay, 2010) nous a permis de tester une telle organisation dans le cas particulier des problèmes additifs, et les résultats obtenus permettent d'en préciser la portée et les limites. Une enseignante expérimentée, habituée à travailler à partir de problèmes ouverts, a mené dix séances dans quatre classes de CE1 (deux en ZEP[1] et deux hors-ZEP) avec l'assistance de l'enseignante de la classe. Les élèves de ces quatre classes ainsi que ceux de quatre classes témoins ont passé une évaluation comportant quatre problèmes scolaires classiques début novembre et une autre similaire fin janvier afin qu'il soit possible de mesurer les progrès des élèves dans les différentes classes, celles ayant bénéficié des interventions et les autres. Cette recherche a permis de montrer que faire travailler des élèves de CE1 à la résolution de problèmes ouverts permettait de les faire progresser dans la résolution de certains problèmes additifs classiques. Il est néanmoins difficile de déterminer quels aspects du travail sur les problèmes ouverts permettent aux élèves de devenir plus performants.

Nous nous proposons pour le mémoire de Master 2 de tenter de comprendre ce qui, dans les pratiques de l'enseignant faisant travailler ses élèves sur les problèmes ouverts, permet aux élèves de progresser.

Dans la première partie de cette recherche, nous avons vu les effets produits par une gestion experte de dix séances de problèmes ouverts sur des élèves différents (issus de classes ZEP et non-ZEP) ; nous voudrions savoir si ces résultats résistent à une variabilité des gestions, notamment à la gestion par un enseignant non « spécialiste » des problèmes ouverts (que nous appellerons ici « gestion volontaire »). Nous nous proposons donc de reconduire ces séances de problèmes ouverts, mais gérées cette fois-ci par l'enseignant de la classe, pour déterminer si les progrès observés avec une gestion experte demeurent. En outre, nous tenterons par une analyse quantitative et qualitative des pratiques des enseignants pendant ces séances de dégager quelques éléments spécifiques aux problèmes ouverts qui permettent aux élèves de progresser en résolution de problème.

[1] ZEP (Zone d'Education Prioritaire) : établissements scolaires dotés de moyens supplémentaires pour faire face à des difficultés d'ordre scolaire et social.

Dans un premier temps nous allons faire un rappel de la recherche menée en Master 1 avec une gestion experte et des principaux résultats obtenus. Ensuite nous comparerons les résultats obtenus avec les différentes gestions (experte et volontaire). Enfin nous analyserons comment les élèves sont accompagnés pendant les séances et tenterons de comprendre ce qui, dans les pratiques de l'enseignant faisant travailler ses élèves sur les problèmes ouverts, permet aux élèves de progresser.

2 IMPACT DES PROBLÈMES OUVERTS SUR LA RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ADDITIFS EN CE1

Apprendre les mathématiques, c'est les créer pour soi. Chercher à résoudre un problème, c'est se construire une représentation, interpréter, sélectionner et opérationnaliser (Julo, 1995), c'est transformer pour soi un énoncé en démarche mathématique.

2.1 RÉFÉRENCES THÉORIQUES

2.1.1 L'IMPORTANCE DE LA RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

On dit souvent que « faire des mathématiques c'est résoudre des problèmes » ; la résolution de problèmes est emblématique car c'est à travers elle que l'élève peut montrer qu'il est apte à réinvestir ses savoirs mathématiques en situation.

Régine Douady (1984, p.38) insiste sur l'importance de la résolution de problème pour donner du sens aux outils mathématiques : *« Savoir des mathématiques revêt un double aspect. C'est d'une part avoir la disponibilité fonctionnelle de certaines notions et théorèmes mathématiques pour résoudre des problèmes, interpréter de nouvelles questions… Dans un tel fonctionnement scientifique, les notions et théorèmes mathématiques ont statut d'outil. Les outils sont inscrits dans un contexte, sous l'action et le contrôle de quelqu'un (ou d'un groupe) à un moment donné. Les situations ou les problèmes dans lesquels évoluent des notions mathématiques sont générateurs de sens pour ces notions d'un certain point de vue que nous appellerons sémantique. »* Jean Julo (1995) précise qu'il faut donc offrir aux élèves la possibilité de résoudre des problèmes pour leur permettre de réussir en mathématiques : *« «Faire des mathématiques, c'est résoudre des problèmes !» Si on reconnaît que la résolution de problèmes est un passage obligé pour accéder aux connaissances mathématiques, alors il faut que les élèves « se débrouillent » efficacement face aux situations-problèmes. Autrement dit, pour permettre à tous les élèves de réussir en mathématiques, il convient de leur offrir la possibilité de résoudre des problèmes. »*

Il est donc essentiel de donner aux élèves l'occasion de résoudre des problèmes pour qu'ils utilisent et développent des outils mathématiques, leur donnent du sens et puissent ainsi progresser en mathématiques. Il s'agit maintenant de déterminer quels problèmes leur proposer et comment : *«Nous savons que le seul moyen de «faire» des mathématiques, c'est de chercher et résoudre certains problèmes spécifiques et, à ce propos, de poser de nouvelles questions. […] Un élève ne fait pas de mathématiques s'il ne se pose et ne résout pas de problèmes. Tout le monde est d'accord là-dessus.*

Les difficultés commencent lorsqu'il s'agit de savoir quels problèmes il doit se poser, qui les pose et comment. » (Brousseau, 1998, p. 61)

2.1.2 PROBLÈMES OUVERTS

Mais pourquoi choisir particulièrement les problèmes ouverts pour cette recherche ?

L'équipe de l'IREM de LYON définit ainsi le problème ouvert (Arsac & Mante, 2007, p. 20) :

« Un problème ouvert est un problème qui possède les caractéristiques suivantes :

- L'énoncé est court.

- L'énoncé n'induit ni la méthode, ni la solution (pas de questions intermédiaires ni de questions du type "montrer que"). En aucun cas, cette solution ne doit se réduire à l'utilisation ou l'application immédiate des derniers résultats présentés en cours.

- Le problème se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité. Ainsi, peuvent-ils prendre facilement "possession" de la situation et s'engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution, des contre-exemples.»

Par définition, un problème ouvert est un problème dont la résolution n'a pas pour but d'introduire une notion nouvelle ou uniquement d'appliquer ou réinvestir des connaissances, mais de développer chez les élèves le goût de la recherche et les capacités à chercher. Mais si le but premier est la recherche il s'agit aussi d'une excellente occasion donnée aux élèves de se servir de leurs connaissances, de les consolider et d'en construire de nouvelles. En effet nous pensons que les problèmes ouverts peuvent avoir des effets sur la posture face aux mathématiques mais aussi développer des apprentissages mathématiques. C'est bien l'hypothèse que nous faisons ici, à savoir que travailler sur des problèmes ouverts peut faire progresser des élèves de CE1 en résolution de problèmes additifs autant, voire davantage dans certains cas, qu'un entrainement classique à la résolution de problèmes. Nous pensons que la démarche de type expérimental à mettre en œuvre peut contribuer à redonner du sens aux contenus mathématiques, tant pour les élèves que pour les enseignants du primaire et que rentrer dans une démarche pour résoudre un problème ouvert permet de relier les savoirs à l'action et à des pratiques sociales.

2.1.3 LA ZONE DE PROCHE DÉVELOPPEMENT

Il y a une similitude entre la définition du problème ouvert et la « Zone de Proche Développement » de Vygotski (1934). En effet, un problème est ouvert s'il se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité mais que ces derniers n'ont pas encore accès à la méthode de résolution optimale.

Les apprentissages scolaires sont précédés d'un développement de l'enfant mais on ne peut évaluer ce développement en s'en tenant uniquement à des tests que l'enfant résout seul. L'apprentissage avec autrui crée chez l'enfant toute une série de processus de développement qui ne peuvent se produire que dans le cadre d'interactions avec des adultes ou des pairs. Dans un second temps, cet apprentissage avec autrui permettra à l'enfant de pouvoir faire seul. L'apprentissage ne coïncide donc pas avec le développement, il se crée dans cette zone intermédiaire que Vygotski appelle «Zone de Proche Développement» ou ZPD que l'on peut définir comme étant la distance entre ce que l'enfant peut réussir seul et ce qu'il peut réaliser avec l'aide d'un plus expert que lui. En deçà de cette zone l'enfant n'apprend pas et au-delà cela est hors de portée pour lui. L'enseignement doit donc, pour être efficace, se situer dans cette ZPD qui diffère suivant les élèves dans une même classe. Lev Vygotski insiste donc tout particulièrement sur le rôle déterminant des interactions dans l'apprentissage. Il considère que les apprentissages scolaires interviennent dans le développement intellectuel, que l'enseignement est un processus de transmission culturelle qui engendre le développement de capacités mentales non encore maîtrisées par les élèves, et que l'appropriation des instruments ne peut se réaliser qu'au travers de pratiques de coopération sociale et d'activités dialogiques asymétriques entre l'adulte et l'enfant. Nous nous pencherons plus particulièrement sur les interactions entre l'enseignant et l'élève dans la dernière partie de cette recherche.

2.1.4 LA REPRÉSENTATION DU PROBLÈME

Selon Jean Julo, la réussite dans les situations de problèmes est nécessaire à l'acquisition du savoir car les connaissances mathématiques trouvent leur source dans l'activité de résolution de problèmes. Or pour les élèves en échec plus ou moins systématique en résolution de problème, cette activité ne peut engendrer de véritable savoir. Pour Jean Julo (1995) *« réussir en mathématiques, c'est donc bien, d'abord, ne pas échouer dans les situations de résolution de problèmes, sinon de manière circonstancielle.»*

Dans ses travaux, il a observé que les élèves et adultes en difficulté ont une activité de représentation des problèmes caractérisée par un certain nombre de défauts, défauts qui semblent

provoquer l'échec. Il existe bien entendu de nombreux autres facteurs mais ces défauts repérés pourraient avoir une responsabilité toute particulière et sous-estimée dans les phénomènes d'échec. Il y a selon lui trois processus qui interviennent dans la représentation de problèmes :

- le processus d'interprétation et de sélection
- le processus de structuration
- le processus d'opérationnalisation

2.1.4.1 Le processus d'interprétation et de sélection

Les informations dont nous avons besoin pour résoudre un problème ne sont pas forcément disponibles et bien visibles comme on le croit souvent. Ce qui est donné c'est un contexte sémantique qu'il faut interpréter pour avoir accès aux informations ; pour cela nous allons utiliser les connaissances que nous possédons pour discriminer ce qui est pertinent et pour mettre en cohérence certaines informations qui donneront un sens à la problématique énoncée. Il s'agit d'un processus faisant intervenir des relations complexes entre nos connaissances et les informations issues de notre environnement.

2.1.4.2 Le processus de structuration

La représentation d'un problème n'est pas composée d'éléments juxtaposés mais forme un tout organisé et structuré. Il est donc difficile de remettre en cause la première représentation quand un élément nouveau apparaît car il faut alors permettre une restructuration. On a tendance à s'enfermer dès le départ dans un cadre souvent issu d'un prototype qui correspond à un type de problème que l'on a rencontré plusieurs fois dans le passé.

2.1.4.3 Le processus d'opérationnalisation

C'est le processus qui permet le passage à l'action effective (calculs, dessin, essais etc.) ou mentale (déduire, planifier etc.). Ce passage à l'action résulte de la mise en œuvre de connaissances opératoires, issues de nos expériences passées. L'incapacité d'opérationnaliser sa représentation d'une manière ou d'une autre peut provoquer un profond découragement, être une expérience douloureuse pour l'élève en difficulté. Jean Julo (1995) précise que *« le fait d'agir a de nombreuses répercussions sur la représentation et il est, vraisemblablement, l'un des moteurs essentiels de son évolution.»*

Ces trois processus ne sont pas linéaires mais simultanés, ils interagissent les uns avec les autres et permettent la construction d'une représentation du problème rendant possible sa résolution.

Faire travailler les élèves sur des problèmes ouverts permet de réunir toutes les conditions d'un travail sur la représentation. En effet l'énoncé doit être court, la présence d'une phase orale de discussion sur la compréhension de l'énoncé permet de favoriser une bonne représentation de la situation, pendant les phases de recherches individuelles ou en groupe l'enseignant peut observer et accompagner les processus de structuration et de restructuration. Il peut aussi veiller pendant l'accompagnement individuel à cibler ses interventions de façon à rester dans la ZPD de chaque élève. De plus, les problèmes ouverts présentent l'avantage de faire travailler à la fois la posture des élèves face aux mathématiques et les contenus.

Voyons donc tout d'abord quels effets peut avoir un travail sur les problèmes ouverts avec des élèves de CE1 sur leur capacité à résoudre des problèmes additifs.

2.2 PREMIER DISPOSITIF

2.2.1 POPULATION

Afin de tenter de vérifier si le travail sur des problèmes ouverts en CE1 peut améliorer les résultats des élèves sur des problèmes scolaires classiques, le dispositif retenu pour cette recherche a été le suivant : quatre classes de CE1 comportant 95 élèves (deux en école ZEP et deux en école non-ZEP) ont bénéficié de dix séances de mathématiques sur des problèmes ouverts entre novembre 2009 et janvier 2010 à raison d'une séance par semaine. Dans les quatre classes, les séances ont été menées par une même enseignante « spécialiste » du travail sur les problèmes ouverts avec l'assistance de l'enseignante de la classe. Les élèves de ces quatre classes ainsi que ceux de quatre classes témoins comportant 82 élèves (deux en école ZEP et deux en école non-ZEP) ont passé une évaluation comportant quatre problèmes scolaires classiques début novembre et une autre similaire fin janvier afin de pouvoir mesurer les progrès des élèves dans les différentes classes, celles ayant bénéficié des interventions et les autres. Les deux groupes ne sont cependant pas équivalents car nous avons dû tenir compte de la demande institutionnelle et accepter de proposer les interventions sur les problèmes ouverts en priorité aux écoles de la circonscription où les élèves de CE1 ont eu l'an dernier les moins bons résultats en mathématiques aux évaluations nationales. Les classes témoins sont d'un

meilleur niveau que les classes avec interventions. Nous avons donc étudié les écarts de progression de chaque groupe.

2.2.2 PRÉ-TEST ET POST-TEST

Pour observer l'impact des séances de problèmes ouverts sur la réussite des élèves en résolution de problèmes, nous avons fait les choix suivants avec à chaque fois deux problèmes équivalents (même structure et même ordre de grandeur des nombres de l'énoncé), un pour pré-test, un pour le post-test (cf. annexe 1). Nous avons choisi des problèmes en nous appuyant sur la typologie des problèmes additifs/soustractifs selon Gérard Vergnaud (1981) afin d'avoir un gradient de difficulté qui s'appuie sur le développement cognitif des élèves concernant les structures opératoires. Cette typologie concerne les problèmes à deux données dont il faut trouver la troisième dans le champ de structures additives.

- Le problème 1 est très simple, il s'agit d'une transformation d'état, transformation positive, avec recherche de l'état final codé selon la typologie de Vergnaud « e t+ E » ; la seule difficulté réside dans la présence d'un nombre supérieur à 100 dans l'énoncé.

- Le problème 2 est une transformation d'état, transformation négative, avec recherche de l'état final codé « e t- E ». Dans les deux versions la soustraction ne comporte pas de retenue pour ne pas rajouter de difficulté supplémentaire.

- Le problème 3 est plus délicat, car statique, de composition de deux états avec recherche d'une partie, il est codé « e E e » ; là encore dans les deux problèmes la soustraction ne comporte pas de retenue.

- Le problème 4 est difficile, il s'agit d'une transformation d'état, transformation négative, avec recherche de l'état initial codé « E t- e ». L'énoncé des deux problèmes incite à effectuer une soustraction par la présence des verbes « reculer » et « descendre » alors qu'il faut effectuer une addition pour les résoudre.

Pour ces quatre problèmes les élèves avaient une feuille comprenant l'énoncé (lu à haute voix deux fois par l'enseignante), un grand espace intitulé « brouillon » - la consigne donnée était que cette zone était destinée à leur recherche (sans exigence particulière quant à la nécessité de « dessiner » ou « d'écrire des calculs » - et un cadre intitulé « réponse » (cf. exemple annexe 2). Certains élèves ont utilisé l'espace brouillon pour dessiner et/ou écrire des calculs, quelques uns ne l'ont pas utilisé et ont écrit directement une réponse.

2.2.3 LES SÉANCES DE PROBLÈMES OUVERTS

Nous avons volontairement fait le choix de ne pas chercher à faire de lien entre les problèmes ouverts à travailler et les problèmes proposés dans le pré-test et le post-test. Les problèmes choisis sont plus complexes et ne sont absolument pas des entraînements. Nous avons choisi des problèmes variés qui semblent intéressants du point de vue de la démarche de recherche qu'ils nécessitent. Ces problèmes ouverts demandent néanmoins une mise en œuvre de connaissances mathématiques pré-existantes ou en cours de construction chez les élèves de CE1 (numération et opérations dans le champ additif). Chaque séance a duré environ une heure et comportait une phase d'appropriation collective, une phase de recherche en individuel ou en petits groupes et une mise en commun. Certains problèmes ont été travaillés durant deux ou trois séances.

Pour ne pas trop déstabiliser les élèves et les enseignantes et aussi pour prendre contact avec les classes tranquillement, nous avons choisi pour commencer deux problèmes issus du ERMEL CE1 (1993, p. 53-55).

La rentrée (séance 1)

C'est la rentrée. Il y a 25 élèves dans une classe. Le maître donne des cahiers et des livres.
Chaque élève reçoit 2 cahiers et 1 livre.
Combien le maître donne-t-il de cahiers ?
Combien donne-t-il de livres ?

Le goûter (séance 2)

8 enfants sont réunis pour un goûter, chacun reçoit 1 gâteau et 4 bonbons.
Combien de gâteaux a-t-on donné ? Combien de bonbons a-t-on donné ?

Contrairement aux problèmes choisis ensuite, plus « originaux », ces deux problèmes ont un contexte classique. Ils ont de plus l'avantage d'être détaillés dans ERMEL avec un déroulement précis ainsi que des indications sur les procédures les plus courantes mises en œuvre par les élèves (toutes les activités présentées dans cet ouvrage ont fait l'objet d'expérimentations dans des classes). Ces problèmes, s'ils paraissent simples au premier abord, sont bien des problèmes ouverts pour des élèves en début de CE1, en effet, ils n'ont pas encore abordé la notion de multiplication. Le fait de

proposer deux problèmes de même structure l'un à la suite de l'autre permet aux élèves de réinvestir les procédures expérimentées lors de la résolution du problème précédent.

Pour les deux séances suivantes nous avons choisi des problèmes plus inhabituels, trouvés sur Internet, ne comportant qu'une seule solution.

Les poules et les lapins (séance 3)

Un fermier a des poules et des lapins.
En regardant tous les animaux, il voit 5 têtes et 16 pattes.
Combien le fermier a-t-il de lapins ? Combien a-t-il de poules ?[2]

Chameaux et dromadaires (séance 4)

Dans un troupeau composé de chameaux (2 bosses) et de dromadaires (1 bosse), on compte 12 têtes et 20 bosses.
Combien y a-t-il de dromadaires ?[3]

La méthode de résolution experte de ces deux problèmes est un système d'équations à deux inconnues, ce qui est bien au-delà de ce qui est appris à l'école primaire. Il est néanmoins tout à fait possible de trouver le résultat par tâtonnements successifs à l'aide de calculs additifs ou de dessins.

Nous avons ensuite choisi un problème apparenté aux deux précédents mais comportant plusieurs solutions :

Animal imaginaire (séances 5 et 6)

Un magicien utilise plusieurs animaux pour faire un animal imaginaire.
Pour obtenir un animal imaginaire il faut 6 têtes et 16 pattes.
Le magicien peut utiliser 3 sortes d'animaux : des chevaux, des oiseaux et des vers de terre.
Combien lui faut-il de chevaux, d'oiseaux et de vers de terre pour faire un animal imaginaire ?
(en précisant qu'il n'est pas nécessairement obligatoire d'utiliser chaque sorte d'animal)[4]

[2] Rallye mathématique des écoles du Puy de Dôme 2003/2004 rallye1_0304.pdf (Objet application/pdf). (s. d.). Consulté le 13/04/2011 de http://www.auvergne.iufm.fr/Rallyemath/fichiers_site/rallyes_cycle2/rallye1_0304.pdf

[3] Variante du problème proposé au Concours Kangourou 1994, épreuve Cadets (Objet application/doc). (s. d.). Consulté le 13/04/2011 de http://allomaths1.ifrance.com/Fichiers/Kangourou-1994-Cadets.doc

[4] D'après le Rallye mathématique 2007/2008 des écoles du Puy-de-Dôme (Objet application/pdf). (s. d.). Consulté le 13/04/2011 de http://www.auvergne.iufm.fr/Rallyemath/fichiers_site/rallyes_cycle2/rallye3_0708.pdf

Ce problème a été travaillé sur deux séances pour permettre la recherche de toutes les solutions possibles.

Le problème suivant, plus classique dans son contexte, comportait de nombreuses solutions possibles :

Catalogue (séance 7)

Tu as 30 € pour acheter des cadeaux à un enfant de 1 an.
Tu choisis parmi les jouets de ce catalogue. (cf. page de catalogue annexe 3)
Que peux-tu acheter ?

Enfin, le dernier problème est le plus ambitieux et a nécessité trois séances de travail :

Tous les doigts de l'école (Paletou, 1987) (séances 8, 9 et 10)

Combien y a-t-il de doigts dans l'école ?
(pour cerner plus facilement la recherche on compte les doigts des élèves uniquement)

Pour réduire l'ampleur de la tâche, nous avons commencé par chercher le nombre de doigts de la classe, puis d'autres classes dans l'école et enfin de toute l'école. Ce problème demande un travail de planification, une répartition des tâches et il peut être un support pour aborder de nouvelles notions comme la multiplication par dix.

2.3 RÉSULTATS

Une analyse statistique[5] des résultats aux tests des deux groupes d'élèves a permis de déterminer les marges de progression de chaque groupe et de pouvoir les comparer. Par exemple la première barre verte de la Figure 1 signifie que les élèves des classes avec interventions ont progressé de 25 points dans la représentation exacte du problème 1.

[5] Nous avons effectué des comparaisons entre les deux évaluations (pré-test et post-test) pour chaque groupe d'élèves (avec ou sans interventions), qui reposent sur le test du Khi-deux de Mc Nemar avec un seuil alpha à 1 % (échantillons appariés). Les résultats significatifs sont signalés par * quand l'écart est significatif pour les classes avec interventions et pas pour les classes témoins.

2.3.1 LES REPRÉSENTATIONS

Les élèves ayant bénéficié des séances de travail sur les problèmes ouverts ont une meilleure représentation des trois premiers problèmes (Figure 1) et ce de façon significative concernant les problèmes 2 (e t- E) et 3 (e E e). Cette meilleure représentation se traduit essentiellement par la production de davantage de dessins pertinents de la situation. La représentation est considérée comme exacte, même si le résultat écrit est parfois faux (erreur de calcul, de gestion ou autre), s'il y a présence d'un dessin pertinent et/ou d'un calcul pertinent montrant que l'élève s'est fait une représentation exacte du problème. Nous avons également considéré qu'une réponse exacte, même sans dessin ou calcul apparent signifie que l'élève a résolu le problème en s'en faisant une représentation exacte. Dans les rares cas comportant un dessin pertinent et un calcul non pertinent (ou l'inverse) nous avons aussi considéré qu'il y avait une représentation exacte car elle a été possible pour l'élève à un moment de sa recherche.

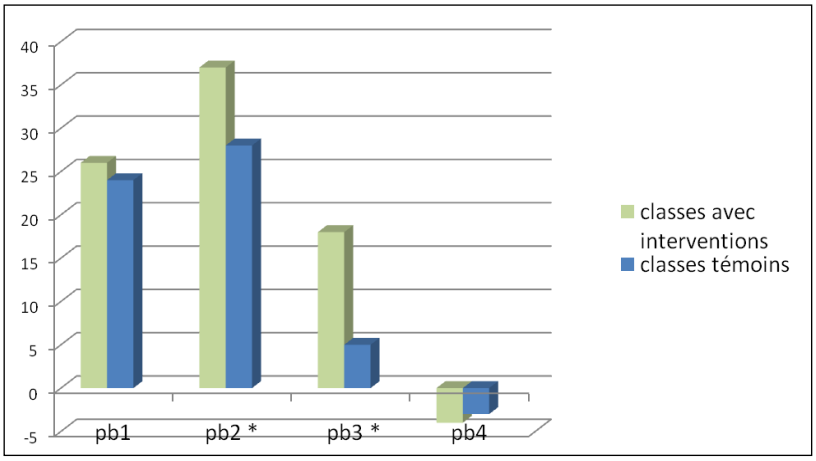


Figure 1. Représentations exactes - écarts entre le pré-test et le post-test

2.3.2 LES ADDITIONS NON-PERTINENTES

Pour les problèmes relevant d'une soustraction (Figure 2), l'addition systématique des deux nombres de l'énoncé a diminué chez les élèves ayant travaillé sur les problèmes ouverts entre le pré et le post test, alors que dans le même temps elle a augmenté chez les élèves des classes témoins pour le problème le plus complexe (recherche d'une partie).

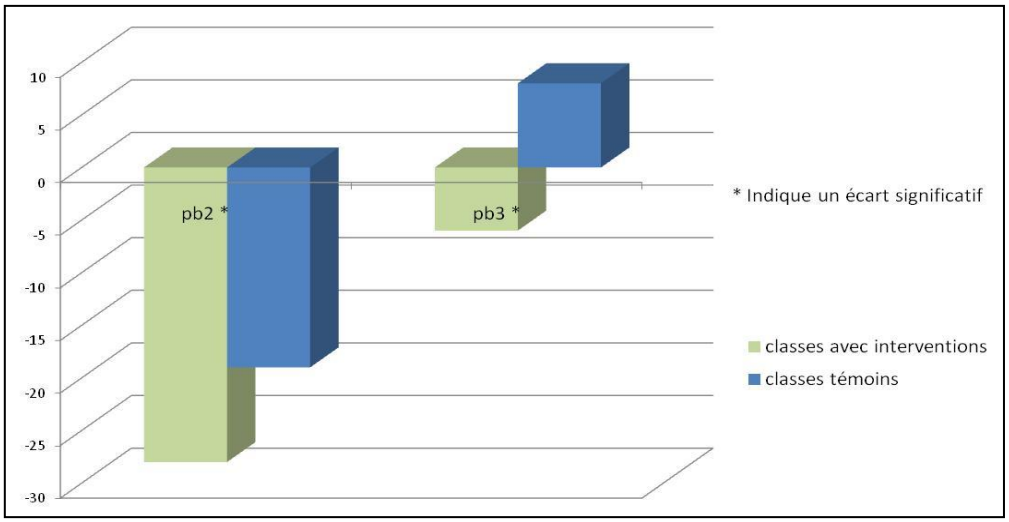


Figure 2. Additions non-pertinentes : écarts entre le pré-test et le post-test
(un écart négatif signifie qu'il y a eu moins d'additions non-pertinentes)

On observe dès le CE1 cette tentation de « faire sans comprendre » qui consiste à additionner les deux nombres de l'énoncé. Cette stratégie mise en place par certains élèves est due aux problèmes classiques rencontrés en CP qui sont massivement de structure « e t+ E ». Travailler sur des problèmes « ouverts » fait vivre aux élèves des expériences variées où cette stratégie est inopérante et de plus elle entraîne les élèves à chercher à comprendre l'énoncé et à se représenter le problème. On voit ici que face à un problème un peu complexe, les élèves des classes témoins ont eu tendance à davantage faire appel à cette procédure erronée que les élèves de l'autre groupe. Il semblerait même que cette procédure se soit renforcée entre octobre et janvier face à un obstacle pour les élèves du groupe témoin alors qu'elle a baissé dans le groupe ayant travaillé sur les problèmes ouverts.

2.3.3 LES RÉPONSES EXACTES

Les élèves ayant travaillé sur les problèmes ouverts ont mieux réussi à donner une réponse exacte pour un problème avec une structure un peu complexe pour des élèves de CE1 (problème 3 de composition de deux états avec recherche d'une partie). Les élèves témoins, d'un meilleur niveau général, l'avaient mieux réussi au pré-test mais les élèves bénéficiant des interventions les ont dépassés au post-test (Figure 3).

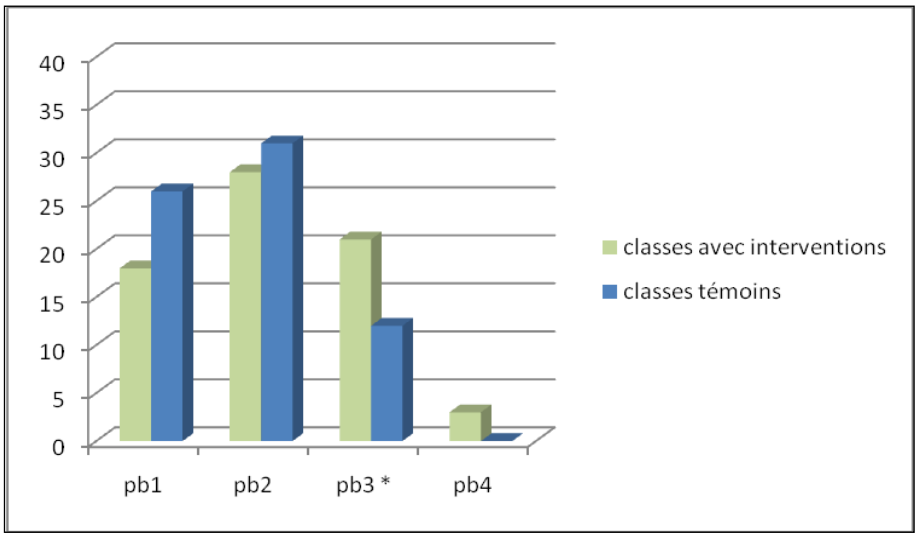


Figure 3. Réponses exactes - écarts entre le pré-test et le post-test

Enfin, même si on ne peut l'affirmer, les résultats obtenus posent la question d'un effet possible du travail sur les problèmes ouverts qui contribuerait à éviter que les écarts se creusent entre deux groupes de niveaux différents. On voit que ce travail a permis aux classes avec interventions, d'un niveau de départ plus faible que les classes témoins, de progresser vers une meilleure représentation des problèmes. Les élèves des classes témoins gardent l'avantage concernant la production de résultats exacts excepté pour le problème 3 qui est difficile mais pas trop, probablement situé dans la Zone de Proche Développement des élèves de CE1.

3 PROBLÉMATIQUE

Une fois ces premiers résultats obtenus, de nombreuses questions se posent. En effet, on pourrait facilement objecter qu'il n'est pas surprenant qu'une enseignante « experte » qui croit aux bienfaits des problèmes ouverts ait réussi à faire progresser les élèves. Il est donc indispensable de chercher à savoir si ces résultats résisteraient à une gestion plus ordinaire. Or les problèmes ouverts sont assez peu pratiqués dans les écoles primaires, ils sont jugés difficiles à mettre en place et à gérer par la plupart des professeurs des écoles, souvent peu à l'aise avec les mathématiques. Dans ce contexte il n'est pas évident de trouver une gestion « ordinaire » des problèmes ouverts à observer. C'est pourquoi nous avons pensé faire appel aux quatre enseignantes des classes ayant bénéficié des séances de problèmes ouverts pour la recherche menée en Master 1. Deux d'entre-elles (une en école ZEP et une en école non-ZEP) ont accepté de se porter volontaires pour mener cette fois-ci elles-mêmes les séances auxquelles elles avaient seulement participé l'année précédente.

Nous allons donc pouvoir comparer les résultats obtenus avec une gestion « volontaire » avec ceux de la gestion « experte », et cela même plus précisément en fonction du type de classe (ZEP ou non-ZEP). Si les progrès constatés persistent en totalité ou en partie, il serait intéressant de chercher ce qui, dans la pratique des enseignantes volontaires menant des séances de problèmes ouverts, permet aux élèves de progresser. Nous tenterons de saisir éventuellement quelques mécanismes à l'œuvre ou au moins des éléments indiquant ce qui pourrait se jouer de particulier dans ce type de travail.

Enfin, si le travail sur les problèmes ouverts est bénéfique pour les élèves, nous aimerions déduire de cette recherche des pistes possibles pour former des enseignants à cette pratique.

Maintenant que nous avons vu dans notre travail de Master 1 que travailler sur des problèmes ouverts permet aux élèves de progresser dans la résolution de certains problèmes additifs classiques, nous voulons vérifier les hypothèses suivantes :

- Ces progrès résistent au moins en partie aux différences de gestion.
- Le fait de travailler sur des problèmes ouverts génère des régularités dans la gestion de la classe.
- Les gestions volontaires des enseignantes vont néanmoins présenter des différences en lien avec les besoins des élèves de leur classe.

- Cette recherche nous donnera quelques pistes concernant la formation des enseignants à la pratique des problèmes ouverts
- Enfin, observer les pratiques des enseignantes et le travail des élèves nous permettra de mieux comprendre comment et pourquoi les problèmes ouverts permettent aux élèves de progresser.

4 LES PROGRÈS RÉSISTENT-ILS À LA VARIABILITÉ DES GESTIONS ?

4.1 DEUXIÈME DISPOSITIF

Il s'agit maintenant de chercher à savoir si les premiers résultats obtenus résistent à la variabilité des gestions des situations de problèmes ouverts par les enseignants. Des observations ont été menées dans deux classes CE1 de deux écoles différentes. Ces deux classes sont tenues par des enseignantes ne travaillant pas d'ordinaire sur des problèmes ouverts mais ayant participé au travail de Master 1 ; c'est-à-dire qu'elles ont vu faire les dix séances de problèmes ouverts menées par l'enseignante « experte » et ont trouvé ce travail intéressant. Une classe est dans l'école ZEP, l'autre dans l'école non-ZEP, il s'agit des mêmes écoles que celles du premier dispositif mais d'élèves différents (ceux de l'année scolaire suivante). Cette fois-ci ce sont les enseignantes des classes qui ont mené les séances, elles sont intéressées et volontaires mais non-spécialistes du travail sur des problèmes ouverts. Les élèves ont fait les mêmes pré-test et post-test que les élèves de l'année précédentes et les dix séances de problèmes ouverts sont également identiques. Les enseignantes pouvaient échanger avec l'enseignante experte à propos des séances avant ou après celles-ci.

4.2 RÉSULTATS

Pour voir si les résultats obtenus l'année précédente résistent à la variabilité des gestions de situations problèmes dans les classes, nous allons comparer ici les résultats obtenus l'année précédente avec une enseignante « spécialiste » des problèmes ouverts (gestion experte) avec ceux obtenus quand les séances sont gérées par l'enseignante de la classe (gestion volontaire). Les résultats de l'année précédente concernent une cinquantaine d'élèves (deux classes), ceux de cette année environ vingt-cinq élèves (une classe) pour chaque catégorie (ZEP et non-ZEP). Il s'agit des deux mêmes écoles pour les deux années, les résultats sont exprimés en pourcentage pour permettre les comparaisons.

4.2.1 LES REPRÉSENTATIONS

Concernant les représentations, les progrès sont plus marqués en ZEP les deux années pour les problèmes 2 et 3 qui sont difficiles mais pas trop (Figures 4, 5, 6 et 7). Les élèves de cette année sont d'un meilleur niveau au pré-test que ceux de l'an dernier, on ne peut exclure que les séances vécues l'année précédente par les enseignantes des classes aient eu un impact positif sur leur façon de travailler la résolution de problèmes avec leurs élèves mais il semble que les élèves soient d'un

meilleur niveau. Les évolutions des classes ZEP et non-ZEP se ressemblent davantage pour l'année dernière que pour cette année, le graphique concernant la classe non-ZEP avec une gestion volontaire (Figure 7) est atypique et il est difficile de déterminer si cela tient à une gestion différente ou s'il s'agit d'un effet de seuil dû au très bon niveau des élèves de la classe non-ZEP de cette année. Nous penchons pour la deuxième hypothèse.

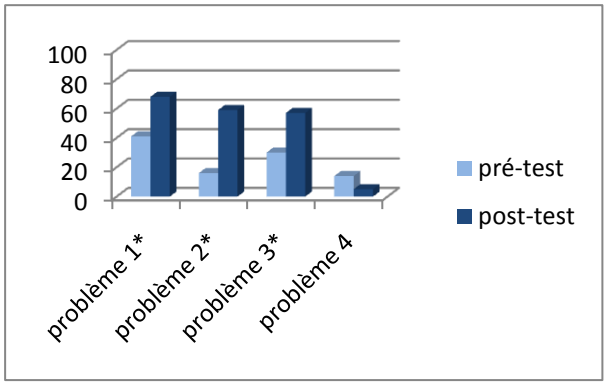


Figure 4. Représentations exactes
ZEP – gestion experte

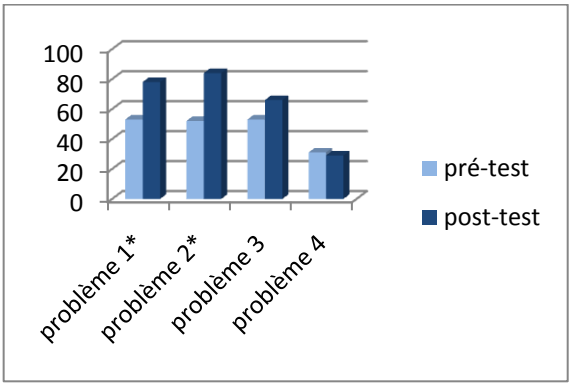


Figure 5. Représentations exactes
Non-ZEP – gestion experte

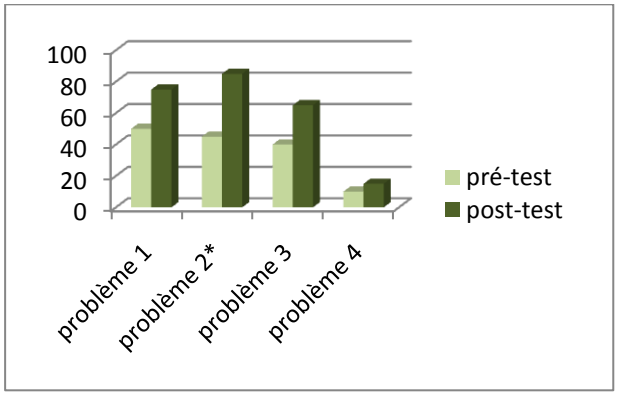


Figure 6. Représentations exactes
ZEP – gestion volontaire

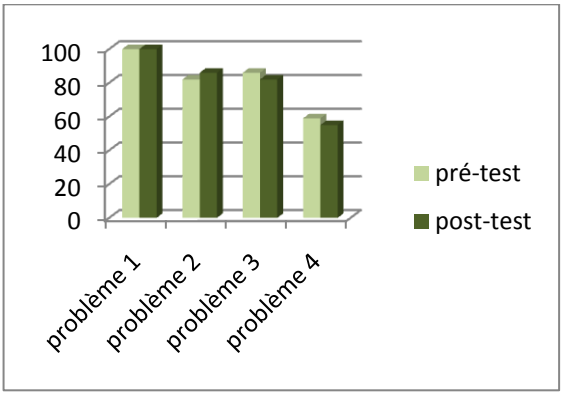


Figure 7. Représentations exactes
Non-ZEP – gestion volontaire

4.2.2 Les additions non-pertinentes

Voyons maintenant l'évolution des additions non-pertinentes pour les problèmes 2 et 3. Concernant les élèves de ZEP (Figures 8 et 10), on observe à nouveau les mêmes évolutions sur les deux années avec les deux gestions. Concernant les élèves non-ZEP (Figures 9 et 11) il y a une inversion de tendance pour le problème 3, mais sachant qu'elle concerne cette année deux élèves qui ont fait une addition non-pertinente au pré-test et quatre au post-test ce n'est bien évidemment pas significatif.

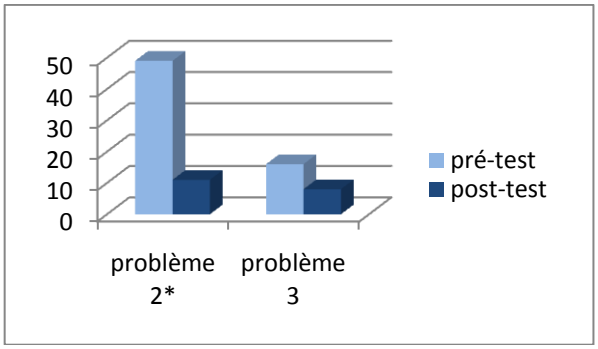


Figure 8. Additions non-pertinentes
ZEP – gestion experte

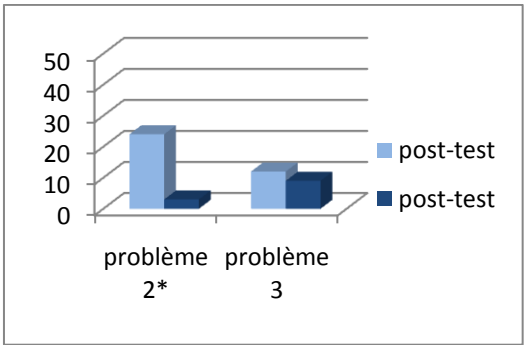


Figure 9. Additions non-pertinentes
Non-ZEP – gestion experte

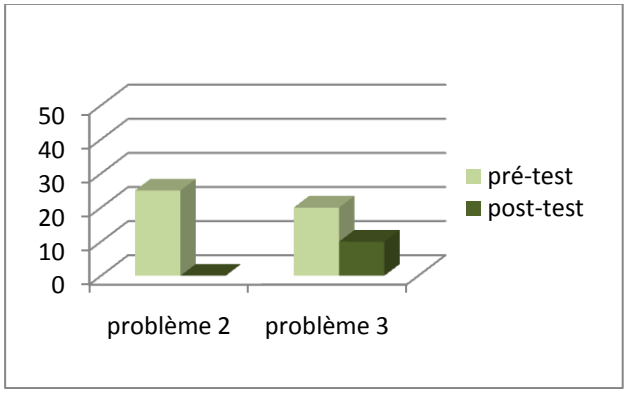


Figure 10. Additions non-pertinentes
ZEP – gestion volontaire

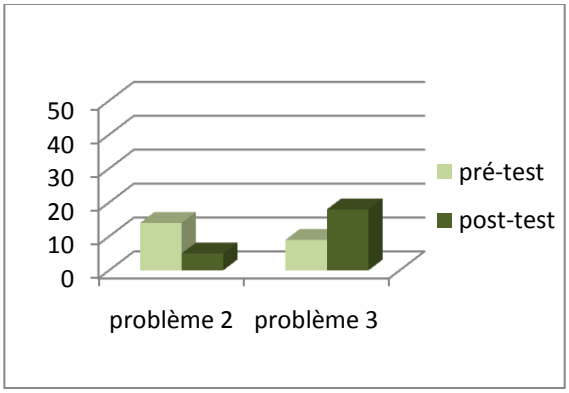


Figure 11. Additions non-pertinentes
Non-ZEP – gestion volontaire

4.2.3 LES RÉPONSES EXACTES

Concernant les réponses exactes, les histogrammes (Figures 12, 13, 14 et 15) se ressemblent beaucoup avec les deux types de gestion, sauf pour le problème 4 bien mieux réussi par les élèves non-ZEP (Figures 13 et 15) de cette année, étant donné leur meilleur niveau par rapport aux élèves de l'année précédente. Ce problème semble rentrer pour eux dans la catégorie « difficile mais pas trop » ce qui n'est pas le cas pour les élèves ZEP (Figures 12 et 14). Les élèves Non-ZEP avec une gestion volontaire ont fait de nets progrès concernant les réponses exactes alors que ce n'est pas le cas pour la représentation des problèmes. Ils semblent donc avoir acquis des aptitudes pour une meilleure gestion des opérations et la mise en forme des résultats entre le pré-test et le post-test. Les élèves ZEP ont progressé sur les deux plans avec la gestion volontaire : représentation des problèmes et capacité à en déduire une réponse exacte.

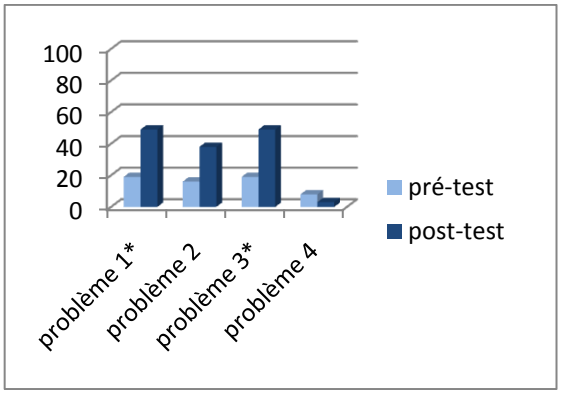


Figure 12. Réponses exactes
ZEP – gestion experte

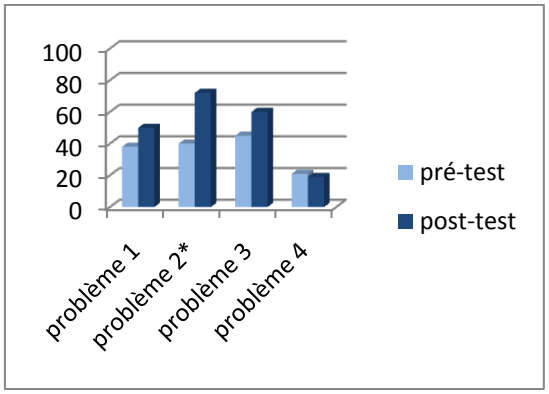


Figure 13. Réponses exactes
Non-ZEP – gestion experte

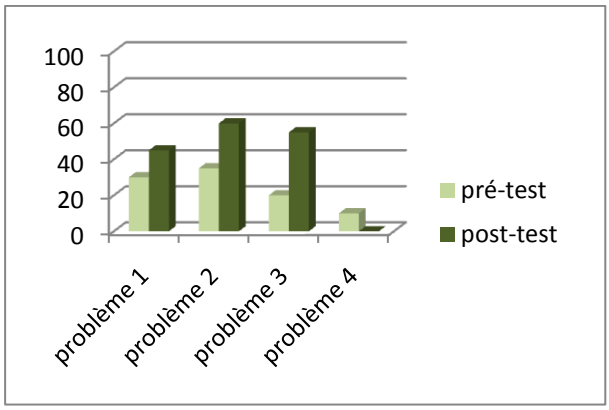


Figure 14. Réponses exactes
ZEP – gestion volontaire

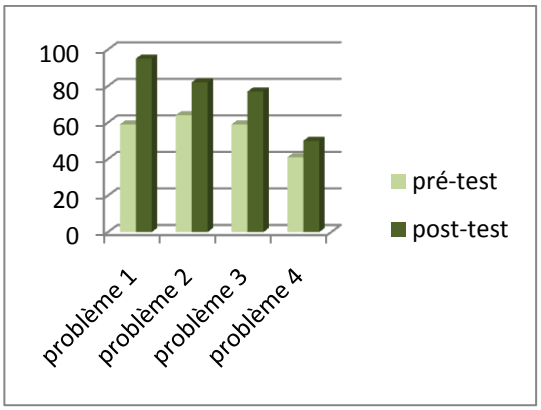


Figure 15. Réponses exactes
Non-ZEP – gestion volontaire

Ces résultats montrent que certains points de progression semblent persister :

- une meilleure représentation des problèmes quand ils sont suffisamment difficiles mais pas trop (dans la ZPD des élèves) et quand il reste une marge de progression suffisante
- davantage de réponses exactes, donc une meilleure gestion des opérations et de la mise en forme des résultats, toujours pour les problèmes n'étant pas au-delà de la ZPD des élèves

On pourrait donc penser que ces progrès sont intrinsèquement liés à l'activité « problèmes ouverts » au-delà des différences de personnes et de gestion.

Pour vérifier cette hypothèse et mieux comprendre ce qui permet aux élèves de progresser, nous allons analyser les interactions verbales pendant les séances de problèmes ouverts. Mais d'abord voyons quels sont les liens entre apprentissages et langage.

5 LANGAGE ET APPRENTISSAGES

5.1 PENSÉE ET LANGAGE

Le langage, d'abord outil de communication sociale, évolue au cours du développement de l'enfant en langage égocentrique, intérieur, assurant une fonction d'accompagnement et de régulation de l'action. Ce langage égocentrique s'intériorise et deviendra le langage intérieur de l'adulte. Vygotski montre qu'en augmentant la difficulté de la tâche : par exemple demander à un enfant de dessiner en le privant d'un élément essentiel (papier, crayon), on observe une très nette augmentation du langage égocentrique. Cela tend à montrer que ce langage est utilisé par l'enfant pour l'élaboration d'un plan en vue de résoudre le problème rencontré. Ce langage intérieur serait donc intimement lié au fonctionnement de la pensée. Pour Vygotski, le mot est à la fois l'unité de base du langage et de la pensée mais pensée et langage ne sont pas confondus. En effet, la signification du mot appartient au langage et à la pensée mais les significations des mots se développent, évoluent ; il ne s'agit pas d'une simple association : *« Le rapport de la pensée au mot est avant tout non une chose, mais un processus, c'est le mouvement de la pensée au mot et inversement du mot à la pensée. »* (Vygotski, 1934, p. 428) De plus, ce qui existe dans la pensée se développe simultanément dans le langage, c'est pourquoi il est difficile de passer de la pensée au langage car il faut décomposer la pensée et la reconstituer en mots.

Par ailleurs, Vygotski insiste sur l'importance de l'environnement social et affectif de l'élève. Il affirme qu'il existe une interaction en spirale entre le développement cognitif et les habiletés sociales et que les échanges entre les élèves et les enseignants jouent un rôle de premier ordre dans le processus didactique. La situation de déséquilibre entre la position de l'élève et une proposition opposée d'autrui (d'un autre élève ou de l'enseignant) permet un effort d'élaboration cognitive à même de faire progresser l'élève.

5.2 CONCEPTS QUOTIDIENS / SCIENTIFIQUES

Vygotski distingue les concepts quotidiens (ou spontanés), faisant partie de l'expérience personnelle de l'enfant et les concepts scientifiques (enseignés à l'école) et établit une relation entre eux. Le développement des concepts scientifiques prend appui sur des concepts quotidiens suffisamment matures mais l'apparition des concepts scientifiques influe forcément sur le niveau des concepts spontanés déjà formés : *«Nous devons supposer que l'apparition des concepts de type supérieur, tels que les concepts scientifiques, ne peut manquer d'influer sur le niveau des concepts spontanés déjà*

formés, puisque dans la conscience de l'enfant, les uns et les autres ne sont pas enfermés dans des capsules, ne sont pas séparés par une cloison étanche, ne suivent pas deux trajectoires distinctes, mais qu'ils se trouvent dans un processus d'interaction constante, qui doit avoir pour conséquence que les généralisations de structure supérieure, propres aux concepts scientifiques, provoquent obligatoirement des modifications dans la structure des concepts spontanés.» (Vygotski, 1934, p. 289-290) Il emprunte à Claparède (1918) la thèse que chez l'enfant, la conscience de la ressemblance apparaît plus tard que celle de la différence. En effet la différence crée une désadaptation qui provoque la prise de conscience. Cela pose le problème du passage des concepts non conscients aux concepts conscients au long de la scolarité. Pour Vygotski cela n'est possible que par l'attention et la volonté demandées à l'école et par l'intellectualisation des concepts. Il y a donc un rapport entre développement et apprentissage au cœur du processus d'élaboration des concepts.

Les concepts quotidiens interviennent à travers des activités pratiques, non-nécessairement langagières, alors que les concepts scientifiques seraient étroitement liés au langage puisque leur compréhension résulte d'une action intentionnelle et finalisée de l'adulte. Vergnaud (1989) nuance cette distinction en faisant remarquer qu'il n'est pas aisé de repérer dans la construction des connaissances ce qui relève des concepts quotidiens ou des concepts scientifiques ; il préfère la notion de champ conceptuel où sont mêlés les domaines de l'expérience à la fois scolaire et non scolaire de l'enfant : *« Un champ conceptuel est un domaine à la fois large et spécifique de l'expérience de l'enfant qui est le plus souvent à la fois scolaire et non scolaire : comme les structures additives et la proportionnalité en arithmétique […]»* (Vergnaud, 1989, p. 113). Voyons plus précisément ce qu'en dit Vergnaud concernant par exemple l'appropriation des structures additives chez les élèves.

5.3 DÉVELOPPEMENT COGNITIF ET DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

Gérard Vergnaud (1986, p. 22) a une conception interactive de la construction des connaissances : *« Dans ses aspects pratiques d'abord, mais aussi dans ses aspects théoriques, le savoir se forme à partir de problèmes à résoudre, c'est-à-dire de situations à maîtriser. »* Les conceptions des élèves sont façonnées par les situations de la vie ordinaire et par leur première compréhension des relations nouvelles qu'ils rencontrent, il propose donc de confronter les élèves à une grande variété de problèmes afin d'éviter trop d'écart entre les concepts mathématiques et les conceptions des élèves. Par exemple la première conception de la soustraction, pour un jeune enfant, correspond à la diminution d'une quantité par perte ; ce n'est qu'en étant confronté à de nombreuses situations

différentes qu'il pourra étendre la signification de la soustraction comme étant aussi un complément ou l'inverse d'une augmentation. *« Les problèmes d'enseignement des mathématiques ne se résolvent pas par des définitions, et les conceptions erronées des élèves ne peuvent changer vraiment que si elles entrent en conflit avec des situations qu'elles ne permettent pas de traiter. Il est essentiel que les maîtres puissent envisager et maîtriser l'ensemble des situations susceptibles d'amener et d'aider les élèves à « accommoder » leurs vues et leurs procédures à des relations nouvelles (l'inversion, la composition et la décomposition de transformations par exemple) ou à des données nouvelles (grands nombres, décimaux, fractions…)»* (Vergnaud, 1986, p. 26). Il précise que les conceptions et les compétences se développent sur une longue période (largement mésestimée par les enseignants), par exemple, en ce qui concerne les structures additives qui commencent à être appréhendées par des élèves de trois à quatre ans, certains principes échappent encore à la majorité des élèves de quinze ans[6]. Il serait donc efficace de revenir sur les mêmes concepts chaque année en allant plus en profondeur avec des situations de plus en plus complexes au lieu de considérer, comme trop souvent, qu'un chapitre de mathématiques étudié est compris par la majorité des élèves. Vergnaud précise ensuite l'importance de considérer les invariants, c'est-à-dire les propriétés ou les relations qui sont conservées sur un certain ensemble de transformations, qui sont « évidents » pour les adultes mais difficiles à construire pour les enfants (par exemple le cardinal d'une collection quand on change la disposition spatiale). Quand l'élève est actif dans une situation de résolution de problème, il rencontre ces invariants, et même si dans un premier temps il les considère de façon locale, la multiplication des expériences lui permettra de les généraliser (par exemple compter la collection A puis la collection B donnera toujours le même résultat que compter la collection B puis la collection A). Quand l'élève agit, il met en œuvre des « théorèmes-en-actes » qui ne sont pas exprimés sous une forme mathématique (par exemple pour additionner 4 et 22, il va partir de 22 et surcompter *« 23, 24, 25, 26 »* sans pour autant pouvoir exprimer la commutativité de l'addition), par ailleurs certains théorèmes peuvent être appris mais pas mis « en-acte » (par exemple un élève peut connaître la comptine numérique de 10 en 10 mais ne pas l'utiliser pour dénombrer des objets regroupés par dizaines). La diversité des situations d'addition et de soustraction, la diversité des procédures de traitement et la diversité des représentations symboliques définissent un champ conceptuel : *« Un champ conceptuel peut être défini comme un ensemble de situations, dont la maîtrise requiert une variété de concepts, de procédures et de représentations symboliques en*

[6] Par exemple, 75 % d'entre eux échouent au problème suivant : *« Mr Dupont est voyageur de commerce. Il commence par descendre le long de la vallée de la Loire 35 km vers l'ouest ; puis il repart vers l'est. Lorsqu'il s'arrête, il se trouve à 47 km à l'est de son point de départ, le matin. Quelle est la distance parcourue lors de la deuxième partie de son trajet ? »* (Vergnaud, 1986)

étroite connexion » (Vergnaud, 1986, p. 32). D'une part toutes les propriétés d'un concept ne sont pas mises en œuvre dans une situation donnée et une situation donnée ne met habituellement pas en jeu un seul concept ; et d'autre part les élèves tentent de donner du sens aux situations nouvelles en appliquant et en adaptant leurs connaissances antérieures. Pour Vergnaud (1986, p. 33), *« un des problèmes de l'enseignement et de la didactique est de favoriser la transformation des théorèmes en théorèmes-en-acte, et réciproquement. »* Il nous semble que le travail sur les problèmes ouverts, par leur variété, leur complexité et parce qu'ils font intervenir dans un premier temps ce que les élèves savent déjà pour affronter des situations nouvelles, est peut-être une façon de favoriser cette transformation.

5.4 QUESTIONS DE PRATIQUES DANS LA RECHERCHE

Étant donné l'importance essentielle du langage dans les apprentissages chez l'enfant, et notamment les échanges asymétriques entre « expert » et « novice », de nombreux chercheurs ont étudié les interactions verbales en classe. Nous allons faire un rapide tour d'horizon des aspects auxquels ils se sont intéressés.

5.4.1 CHANGER LES PRATIQUES DES ENSEIGNANTS

Pour tenter de cerner la question, je vais m'appuyer sur la note de synthèse de Marcel Crahay (1989). Il part du fameux postulat : « Quand on veut, on peut ! » pour explorer s'il est possible de changer sa façon d'enseigner, à condition de le vouloir « vraiment », sachant qu'en cas d'échec on accuse inévitablement le conservatisme des enseignants et leur résistance au changement. Il montre que cela n'est pas si simple et que le vieux rêve de changer les pratiques des enseignants n'est pas forcément réalisable. En effet il commence par montrer que les tenants de l'éducation nouvelle (méthodes actives), opposés à ceux de l'éducation traditionnelle, sont très peu nombreux à réellement mettre en œuvre la posture que cela implique : cesser d'instruire pour susciter les projets des élèves et les accompagner en les faisant échanger entre eux sans omettre de les aider à faire des liens entre les différentes expériences vécues et les confronter aux ouvrages de référence. L'idée selon laquelle l'enseignement évoluerait vers davantage de degré de liberté laissé aux élèves est une illusion confirmée par plus de onze recherches différentes recensées par les américains (Dunkin & Biddle, 1974). Ces recherches montrent en effet que la part d'influence directe sur les élèves est, chez la majorité des maîtres, supérieure à la part d'influence indirecte (celle qui laisse un degré de liberté), les élèves se contentant de répondre aux questions posées par le maître avec des prises de paroles n'excédant pas 25 % de ce qui se dit en classe. Les maîtres font donc la plus grosse partie du

travail, les démarches de structuration, de sollicitation et de réaction sont assurées à plus de 80 % par l'enseignant. Il se simplifie ainsi la tâche tout en « soulageant » l'élève du travail le plus important : celui qui permet de structurer, relier et fixer les connaissances.

Une étude menée ultérieurement en France par l'INRP sous la direction de J. Colomb (1987) montre la même chose, à savoir un profil majoritaire relevant de l'éducation traditionnelle avec un échange maître-élève du type question-réponse qui représente plus de deux-tiers des échanges.

Les méthodes d'enseignement seraient-elles donc immuables ? Une étude américaine historique de Cuban (1984) semble le confirmer en concluant que rien n'a changé dans les classes depuis le début du XXe siècle. N. L. Gage (1985) suggère alors, puisqu'on ne peut agir sur la forme dominante de l'enseignement, d'essayer de changer la qualité de ce qui s'y déroule. Michel Gilly (1980), quant à lui, préconise plutôt pour obtenir un changement du processus éducatif de passer par un changement d'ordre institutionnel. Ces deux derniers points de vue fatalistes empêchent d'envisager toute évolution sur le fond des interactions maître/élèves au sein de la classe.

Une recherche menée par J.M. Martin (1970), où il invite un maître à changer sa façon de faire concernant les feedbacks qu'il renvoie à ses élèves, montre à nouveau que vouloir ne suffit pas. Une analyse détaillée montre que les feedbacks spécifiques ou feedbacks de procédure préconisés par les recherches sur les apprentissages (par opposition aux feedbacks simples ou stéréotypés) n'augmentent que pendant les vingt premières minutes de la leçon et que leur nombre retombe au niveau de départ après quelques séances. Néanmoins, on peut noter que l'enseignant arrive à augmenter les feedbacks de procédure quand les questions posées sont complexes et font appel à la réflexion des élèves. Par ailleurs, une recherche de J. Kounin (1961) montre que les enseignants qui arrivent le mieux à organiser la participation des élèves (on ne parle pas encore d'interactions) sont ceux qui ont une bonne capacité à réaliser plusieurs activités simultanément (appelée overlapping). Or, la gestion des questions complexes suppose de pouvoir gérer plus de paramètres simultanément ; si l'enseignant n'y arrive pas, il aura tendance à les éviter. Il s'agit donc de se situer dans la marge de manœuvre de l'enseignant, entre notamment les contraintes de la situation et sa capacité d'overlapping. On passe de l'idée d'un profil stable de l'enseignant issu de sa personnalité à l'idée que modifier la situation d'enseignement pourrait modifier la nature des échanges maître-élèves. Cette hypothèse est confirmée par une série de travaux empiriques. La recherche de E. Bayer (1979) montre que *« la variabilité comportementale d'un même maître observé dans des situations différentes est plus grande que la variabilité de plusieurs maîtres placés dans la même situation. »* Les contraintes et spécificités de la situation sont donc déterminantes ce qui suppose, si l'on veut

modifier les pratiques enseignantes, de mener des recherches qui étudient les relations de dépendance entre contraintes de situation et conduites d'enseignement.

5.4.2 L'INFLUENCE DES PRATIQUES SUR LE RAPPORT AU SAVOIR

Les études sur les interactions verbales sont déjà anciennes mais que ce n'est qu'assez récemment que la contribution des interactions au processus de formation des compétences et de construction des connaissances est prise en compte. Annick Weil-Barais et Andrée Dumas Carrée (1998) disent que cela résulte d'évolutions théoriques importantes concernant les connaissances et que ces changements sont associés à une transformation des pratiques professionnelles et de formation. En ce début de XXIe siècle, l'homme est confronté à un monde complexe en perpétuelle évolution auquel il doit sans cesse s'adapter en interagissant avec d'autres. Les interactions humaines occupent une place de plus en plus importante, notamment dans les situations d'enseignement. Les travaux décrits dans le livre d'Annick Weil-Barais et Andrée Dumas Carrée portent sur l'enseignement scientifique, ils sont influencés par les choix théoriques faits sur l'éducation scientifique et les savoirs à transmettre. On trouve trois grands domaines théoriques : le constructivisme, l'interactionnisme social et le relativisme épistémologique.

- Le constructivisme donne un modèle d'élève actif confronté à une situation-problème qu'il ne peut résoudre sans l'aide du professeur qui est garant du contenu construit en référence au savoir savant. L'enseignant élabore des situations, les adapte, les régule et connaît les formes appropriées d'institutionnalisation des connaissances.
- Dans l'interactionnisme social vygotskien, l'adulte est un médiateur qui permet un accès au savoir des enfants. Les connaissances sont partagées, distribuées et n'acquièrent un statut de connaissance que lorsqu'elles sont reconnues par les partenaires des échanges. L'adulte n'est alors qu'un moyen permettant aux enfants d'accéder à l'autonomie.
- Le relativisme épistémologique remet en cause l'universalité des connaissances scientifiques, l'élève est donc amené à s'interroger sur la pertinence des savoirs en fonction du contexte et du projet de formation. Il faut traduire et réinterpréter les connaissances ce qui place l'interaction médiatrice au cœur de l'apprentissage. Pour apprendre, l'élève entre dans un jeu de reformulation-interprétation pour se positionner par rapport aux connaissances, juger de leur pertinence et confronter plusieurs solutions possibles.

Ces trois courants théoriques sont le plus souvent agrégés et ont en commun une plus grande attention portée aux interactions qu'aux fonctionnements cognitifs individuels. Ils supposent que

l'enseignant n'a plus pour rôle d'exposer le savoir mais d'aider les élèves à le construire. L'ouvrage d'Annick Weil-Barais et Andrée Dumas Carrée explore deux pistes quant aux cadres conceptuels permettant de rendre compte des interactions didactiques : la tutelle et la médiation.

- Le professeur tuteur assure une fonction d'étayage (Bruner, 1983), il exerce une action sur l'élève dans des interactions asymétriques : il propose, questionne, oriente, réduit les possibles, montre, informe, fixe des sous-buts etc. Dans un tel cadre, l'observation des interactions est centrée sur le professeur et son action est jugée efficace si l'élève adapte ses conduites en fonction de l'intention du tuteur.
- Le professeur médiateur a pour sa part une position d'intermédiaire entre le savoir et les élèves, sa fonction est de négocier avec les élèves des changements cognitifs. La médiation est un dispositif et un processus qui permet de dénouer les fils d'un problème et de rendre plus faciles à surmonter les obstacles et les difficultés. Il organise l'apprentissage de façon à favoriser les situations et les échanges qui vont amener les points de vue des élèves à évoluer.

Les recherches présentées par Annick Weil-Barais et Andrée Dumas Carrée montrent que les enseignants observés interviennent à des degrés divers suivant ces deux modes, tutelle et médiation. Les auteurs font l'hypothèse que les deux modes d'intervention contribuent à l'instauration de rapports au savoir différents. Dans le cadre de la tutelle c'est l'exécution des tâches qui détermine les interventions de l'enseignant alors que dans le cadre de la médiation c'est le rapport au savoir qui est directement travaillé.

Leur ouvrage réunit donc un ensemble de contributions qui donne une idée de la diversité des points de vue sur la tutelle et la médiation dans l'enseignement scientifique, sachant que chaque démarche est très liée au contexte étudié et qu'il n'y a pas de cadre général d'analyse.

Contrairement à ce qui a été tenté dans les recherches décrites dans la partie précédente, les auteurs sont conscients qu'étudier les interactions en classe ne permet pas de changer les pratiques des enseignants. Elles font plutôt le pari que mieux comprendre ce qui est en jeu aidera les professeurs à modifier la conception des activités proposées aux élèves, à faire évoluer leur propre rapport au savoir et par voie de conséquence leur façon d'interagir en classe.

5.4.3 COMPRENDRE LES PROCESSUS ET LES EFFETS DES INTERACTIONS SOCIOCOGNITIVES

D'autres chercheurs étudient les processus et les effets des interactions sociocognitives. Robert Vion (1999) identifie un cadre dynamique entre les interactions et la situation. En effet, la situation détermine les interactions qui contribuent également à modifier la situation. On reconnait là à la fois la conception actionnelle du langage d'Austin, Lane et Récanati (1970) et l'idée émise par Goffman (1973) selon laquelle les sujets par leurs comportements contribuent à définir et à construire les situations au sein desquelles ils évoluent. Langage et situation sont donc en interaction dans un processus dynamique où chacun détermine l'autre. Il faut donc tenter de saisir le processus dans sa complexité en analysant la dynamique de l'échange et de l'action des acteurs.

La fonction d'étayage peut aussi être considérée dans ce cadre dynamique de façon plus large comme le définit François (1993, p. 112) :

« On distinguera l'étayage spécifique : apprendre à l'autre à réussir dans une tâche où il échoue, et l'étayage global, celui qui fait que l'autre, présent ou même absent, est en quelque sorte celui en fonction de qui on parle. De ce point de vue, on peut étayer simplement par le fait d'accepter ce que dit l'autre, de lui manifester de l'intérêt. »

On peut donc aussi parler d'étayage virtuel dans le dialogue de soi à soi où l'autre n'est qu'un témoin des verbalisations des hésitations, de l'auto-questionnement et auto-reformulation. Comme si le tuteur ne servait que de support au langage en voie d'être intériorisé. L'attitude de l'élève va entraîner des interventions de l'adulte étayant qui vont déclencher des conduites chez l'élève qui vont à leur tour appeler de nouvelles interventions adaptées à la situation ainsi créée etc. Le dialogue, bien qu'asymétrique, n'est pas pour autant pré-déterminé et exige la coopération des acteurs pour fonctionner, chacun devant comprendre l'autre, pouvoir deviner ses attentes et anticiper ses besoins et ses actions. L'étayage n'est donc pas une situation à sens unique de l'expert vers le novice au regard de la tâche à accomplir, mais un travail de co-élaboration langagière au bénéfice de l'interaction en cours. Cette co-élaboration langagière peut constituer la finalité de l'activité ou constituer une activité périphérique au service de l'activité en cours.

5.4.4 APPRÉHENDER LA COMPLEXITÉ DU TRAVAIL DE L'ENSEIGNANT

Claire Margolinas (2004) fait remarquer que le processus de dévolution suppose un « effacement » du professeur devant la situation adidactique. En effet, quand l'élève interagit avec le milieu, l'enseignant prend en quelque sorte une position d'observateur. L'enseignement est réussi si l'élève apprend sans l'intervention du professeur, mais bien entendu le professeur a un rôle essentiel : il

permet l'action, est garant de la relation didactique et intervient directement lors de l'institutionnalisation. Gérard Sensevy (2001) nous précise que *« le professeur est face à un dispositif complexe, qui doit permettre à l'élève de produire des connaissances. Pour ce faire, celui-ci doit à la fois éprouver un certain nombre de certitudes, mais rencontrer aussi l'ignorance sans laquelle il ne pourrait avancer. L'action du professeur doit donc lui permettre de réguler les interactions de l'élève avec le milieu, ce qui ne signifie pas contrôler l'élève, mais organiser les conditions sous lesquelles l'élève éprouvera en situation des certitudes et sera confronté à l'ignorance. »*

Il est difficile d'appréhender la complexité du travail de l'enseignant d'autant plus qu'il n'a pas lui-même le contrôle des différents apprentissages que son enseignement produit. C'est pourquoi certains chercheurs comme Aline Robert (2003) et Éric Roditi (2005) étudient les contraintes dont les enseignants doivent tenir compte (contraintes sociales et institutionnelles), la façon d'utiliser la marge de manœuvre qui leur reste et comment ils procèdent pour gérer les incidents (évènements non prévus). Éric Roditi montre dans sa recherche que l'enseignant, parmi tous les choix possibles d'ingénierie didactique, en adopte une qui s'inscrit dans les contraintes institutionnelles (programmes, temps imparti, instructions, habitudes du milieu) tout en développant, dans la marge de manœuvre qui lui reste, des pratiques individuelles originales et cohérentes.

Toutes ces recherches concernant les interactions verbales dans les classes mettent en évidence l'importance de la manière dont les enseignants mènent leurs séances. De nombreux aspects influent sur leurs pratiques : les situations d'enseignement et leur complexité, le rapport au savoir des enseignants, les contraintes sociales et institutionnelles etc. L'efficacité de leurs actions d'enseignement dépend aussi de nombreux facteurs : de la posture qu'ils adoptent, de leur capacité d'overlapping, de leur façon d'accompagner les élèves entre tutelle et médiation etc. Il ressort de ces recherches que la louable intention de faire évoluer les pratiques enseignantes pour un meilleur apprentissage des élèves en faisant appel à la « bonne volonté » des enseignants serait un leurre mais que le choix des situations pourrait être déterminant. En effet, les situations complexes provoquent des interactions faisant davantage appel à la réflexion des élèves, peuvent contribuer à modifier le rapport au savoir des enseignants et par conséquent leur façon d'interagir en classe. Néanmoins plus la situation est complexe, plus l'enseignant aura de paramètres à gérer simultanément dans son action et plus il devra faire appel à sa capacité d'overlapping. Or il semble que les enseignants qui organisent le mieux les échanges avec les élèves soient ceux qui ont une bonne capacité d'overlapping. On a donc ici une possible influence de la situation sur l'action de l'enseignant et réciproquement de l'action de l'enseignant sur la situation.

Étant donné que les progrès des élèves qui ont travaillé sur des problèmes ouverts persistent au-delà des différences de personnes, nous pensons que ce travail peut induire des conditions particulières à même d'influencer la pratique des enseignants et aussi que certaines pratiques des enseignants permettent aux élèves de bénéficier de ces situations.

6 PRATIQUE DES ENSEIGNANTES ET ACTIVITÉ DES ÉLÈVES

La pratique des enseignants est un domaine vaste qui comprend de nombreux aspects : le choix des contenus d'enseignement, leur organisation et toutes les actions auprès des élèves. Nous ne nous arrêterons pas sur le choix et l'organisation des séances car elles sont en majeure partie déterminées par des fiches de préparation fournies aux enseignantes et par le « modèle » de l'enseignante experte. Nous allons par contre nous intéresser aux actions des enseignantes auprès des élèves et à leur impact sur l'activité des élèves, pour tenter de saisir ce qui leur permet de progresser.

6.1 MÉTHODOLOGIE

6.1.1 POPULATION

Il s'agit des deux classes du deuxième dispositif, celle de Violaine située en ZEP et celle d'Isabelle non-ZEP. La classe de Violaine a un profil typique de ZEP avec quelques élèves très pertinents et un grand nombre d'élèves en difficulté. Globalement la classe est peu attentive, voire agitée par moments. Sur 21 élèves, aucun n'a réussi plus de 2 problèmes sur 4 au pré-test et 10 n'en ont réussi aucun. L'autre classe, celle d'Isabelle a globalement un bon niveau, les élèves sont calmes et attentifs. Sur 24 élèves, 3 ont réussi les 4 problèmes du pré-test, 6 en ont réussi 3, 8 en ont réussi 2, 5 en ont réussi 1 et 2 élèves n'en ont réussi aucun.

6.1.2 TYPE D'OBSERVATION ET RECUEIL DE DONNÉES

La méthodologie utilisée est similaire à « l'observation à découvert directe et participante » pratiquée en sociologie pour analyser les pratiques. C'est-à-dire que nous avons assisté à toutes les séances, dans leur intégralité et que nous avons participé à l'aide apportée aux élèves pendant la phase de recherche. Ce positionnement en tant qu'enseignante dans la classe a eu l'avantage d'une inclusion dans la situation sans gêner le déroulement des séances et permis de mieux saisir ce que font réellement les élèves et les obstacles qu'ils rencontrent. Nous avons veillé à ne pas intervenir auprès des mêmes élèves que l'enseignante de la classe.

Pendant les séances, les enseignantes portaient sur elles un dispositif d'enregistrement audio léger avec un micro-cravate, elles restaient ainsi mobiles et cela permettait d'enregistrer aussi les propos des élèves aidés individuellement. Concernant les élèves, outre les enregistrements nous avons récupéré les feuilles de recherche de chaque séance ainsi que celles du pré-test et du post-test.

Nous allons procéder en deux temps : d'abord une analyse statistique des différentes interactions orales puis une analyse qualitative s'appuyant sur des transcriptions d'interactions, les travaux des élèves et un entretien avec les enseignantes.

6.2 ANALYSE STATISTIQUE DES SÉANCES

6.2.1 CHOIX DES SÉANCES ANALYSÉES

Nous avons choisi pour les analyser les séances 3 à 6 qui forment une séquence cohérente. En effet ces quatre séances portent sur des problèmes apparentés, où les élèves doivent prendre en compte et combiner deux contraintes simultanément. De difficulté croissante (de une à plusieurs solutions) ils permettent d'observer si les élèves progressent dans la résolution de ce type de problème.

Ces problèmes sont les suivants :

Séance 3 :

Les poules et les lapins
Un fermier a des poules et des lapins.
En regardant tous les animaux, il voit 5 têtes et 16 pattes.
Combien le fermier a-t-il de lapins ? Combien a-t-il de poules ? [7]

Séance 4 :

Chameaux et dromadaires
Dans un troupeau composé de chameaux (2 bosses) et de dromadaires (1 bosse), on compte 12 têtes et 20 bosses.
Combien y a-t-il de dromadaires ? [8]

[7] Rallye mathématique des écoles du Puy de Dôme 2003/2004 rallye1_0304.pdf (Objet application/pdf). (s. d.). Consulté le 13/04/2011 de http://www.auvergne.iufm.fr/Rallyemath/fichiers_site/rallyes_cycle2/rallye1_0304.pdf

[8] Variante du problème proposé au Concours Kangourou 1994, épreuve Cadets (Objet application/doc). (s. d.). Consulté le 13/04/2011 de http://allomaths1.ifrance.com/Fichiers/Kangourou-1994-Cadets.doc

Séance 5 :

Animal imaginaire
Un magicien utilise plusieurs animaux pour faire un animal imaginaire.
Pour obtenir un animal imaginaire il faut 6 têtes et 16 pattes.
Le magicien peut utiliser 3 sortes d'animaux : des chevaux, des oiseaux et des vers de terre.
Combien lui faut-il de chevaux, d'oiseaux et de vers de terre pour faire un animal imaginaire ? [9]
(en précisant qu'il n'est pas nécessairement obligatoire d'utiliser chaque sorte d'animal)

Séance 6 : reprise du problème de la séance précédente en cherchant d'autres solutions possibles.

Ces problèmes sont bien des problèmes ouverts pour des élèves de CE1 puisque leur mode de résolution expert est un système d'équations à plusieurs inconnues, ce qui est bien au-delà de ce qui est appris à l'école primaire. Il est néanmoins tout à fait possible de trouver le résultat par tâtonnements successifs à l'aide de calculs additifs et/ou de dessins. Leur résolution suppose que les élèves se représentent clairement la situation, qu'ils prennent en compte les données de l'énoncé et fassent appel à des connaissances personnelles non précisées explicitement (le nombre de pattes de chaque animal). Pour réussir, les élèves sont amenés à faire des essais, en les organisant, en prenant en compte toutes les contraintes et sans perdre le but. Enfin ils peuvent exprimer une réponse à partir de leur recherche.

Dans ces séances nous avons choisi de focaliser sur les temps de recherche au moment où l'enseignante accompagne individuellement les élèves. C'est en effet la partie de la séance où l'élève est amené à s'exprimer sur son travail et où l'enseignante intervient directement auprès de l'élève en personnalisant ses interventions. C'est également un moment intense d'activités dialogiques asymétriques entre l'adulte et l'enfant, si nécessaires aux apprentissages selon Vygotski.

[9] D'après le Rallye mathématique 2007/2008 des écoles du Puy-de-Dôme (Objet application/pdf). (s. d.). Consulté le 13/04/2011 de http://www.auvergne.iufm.fr/Rallyemath/fichiers_site/rallyes_cycle2/rallye3_0708.pdf

6.2.2 MÉTHODE D'ANALYSE

6.2.2.1 **Codage**

Pour analyser les échanges pendant la phase de recherche des quatre séances, nous avons choisi de d'analyser, et donc de coder, à la fois les interventions des enseignantes et celles des élèves pour tenter de saisir leur dynamique.

Pour fixer le codage nous avons écouté attentivement plusieurs fois les séances et tenté de caractériser les différentes interventions. Nos choix ont été inspirés à la fois par la lecture de quelques recherches sur les interactions verbales en classe (de Landsheere & Bayer, 1974 et Leutenegger, 2003), par nos références théoriques et par notre problématique. Nous avons tout particulièrement retenu ce qui nous a semblé pertinent pour tenter de saisir ce qui est à l'œuvre dans la pratique des enseignants.

Tout d'abord nous avons codé le sujet sur lequel portent les interventions des enseignantes :

La mise en œuvre

Il s'agit de tout ce qui concerne ce que l'élève a fait (ou va faire, ou pourrait faire) que ce soit une action concrète ou une action mentale ; cela correspond au processus d'opérationnalisation décrit par Julo (1995).

Les données

Il s'agit de toute question, ou rappel concernant les données du problème, aussi bien celles qui sont explicitement présentes dans l'énoncé que celles qui sont nécessaires mais non précisées et font appel aux connaissances personnelles de l'élève ; cela correspond au processus d'interprétation et de sélection de Julo (1995).

Le but

Il s'agit de toute question ou rappel concernant ce que l'élève doit chercher à trouver.

Autre

Pour toute intervention ne rentrant pas dans les catégories précédentes ; il s'agit la plupart du temps d'aspects matériels ou de remarques sans lien direct avec la résolution de problème (orthographe par exemple).

Nous avons en plus ajouté un codage de la nature de chaque intervention :

Approuve/encourage

Pour toute intervention qui signifie à l'élève que ce qu'il fait/dit est bien ou qui l'invite à persévérer dans ce qu'il a commencé ; cela correspond aux fonctions de feedback positif de Gilbert de Landsheere et Bayer (1974)

Reformule/commente/interprète

À chaque fois que l'enseignant parle du travail de l'élève ou de ce qu'il a dit, souvent dans le but de clarifier ou de s'assurer qu'il a bien compris l'intention de l'élève.

Questionne

Dès qu'une question est posée à l'élève ; nous avons de plus codé à chaque fois s'il s'agissait d'une question ouverte ou d'une question fermée.

Désapprouve/pointe une erreur

Quand l'enseignant pointe une contradiction, une erreur, indique qu'il n'est pas d'accord avec un élément du travail de l'élève ; c'est ce qui permet de déclencher le processus de re-structuration décrit par Julo (1995).

Donne/guide

À chaque fois que l'enseignant donne à l'élève un élément ou lui indique clairement comment procéder.

Invite à anticiper

Quand l'enseignant invite l'élève à se projeter, à anticiper son action sans pour autant lui donner d'indication sur comment faire ; il s'agit des incitations à opérationnaliser, à tenter quelque chose, à se mettre en action.

Les interventions des enseignantes sont donc codées suivant deux dimensions : leur sujet et leur nature.

Concernant les interventions des élèves, nous avons déterminé les codages suivants :

Répond

À chaque fois que l'élève répond à une question fermée de l'enseignant.

Explique/explicite

Quand l'élève décrit à l'enseignant ce qu'il a fait ou ce qu'il va faire ou quand il clarifie ce qu'il a dit auparavant.

Questionne

Quand l'élève pose une question à l'enseignant.

Sollicite

Quand l'élève appelle l'enseignant, sollicite son aide autrement qu'avec une question.

Autre

Toute autre intervention sans lien direct avec la recherche en cours.

6.2.2.2 Méthode

Pour effectuer le codage, nous avons transcrit intégralement une séance de chaque classe, puis nous avons codé la phase de recherche en découpant les interactions en unités de sens sans compter plusieurs fois les redondances qui se suivent immédiatement. Par exemple : *« Combien de pattes voit le fermier ? Redis-moi combien il en compte quand il regarde ses poules et ses lapins ? »* ne compte que pour une intervention codée avec comme sujet « données » et comme nature « question fermée ». Ensuite nous avons recodé ces deux mêmes séances juste en écoutant l'enregistrement et vérifié que les deux méthodes de codage donnaient bien des résultats similaires. Nous avons enfin codé les autres séances en écoutant les enregistrements. Parallèlement, nous avons indiqué dans un logiciel à l'aide de marqueurs sur la bande son le nom des élèves accompagnés et les interventions intéressantes car emblématiques pour pouvoir les retrouver facilement pour l'analyse des pratiques des enseignantes. Nous avons ensuite traduit les résultats obtenus en pourcentages pour pouvoir comparer les deux classes. Pour déterminer s'il y a des différences significatives entre les deux classes nous avons comparé les distributions avec un test du khi-deux (seuil alpha à 1 %, comparaison de deux distributions observées : cas des échantillons indépendants).

6.2.3 RÉPARTITION DES PRISES DE PAROLE

Les interactions analysées ici ne sont pas celles des temps de gestion collective, mais celles ayant lieu pendant l'accompagnement individuel des élèves, on pourrait donc penser que les élèves ont davantage la parole dans cette phase, or on constate que moins d'un tiers des interventions viennent des élèves (Figures 16 et 17). Selon les recherches étudiées par Dunkin et Biddle (1974) les prises de parole des élèves n'excèdent pas 25 % de ce qui se dit en classe ; dans la classe de Violaine les élèves interviennent davantage (30 %) alors que dans la classe d'Isabelle un peu moins (23 %) mais cela reste très minoritaire par rapport aux interventions de l'enseignante qui représentent plus des deux-tiers. Cela vérifie ce que dit Florin : *« les maîtresses parlent toujours plus que tous les enfants réunis. »* (Florin, 1991, p. 80).

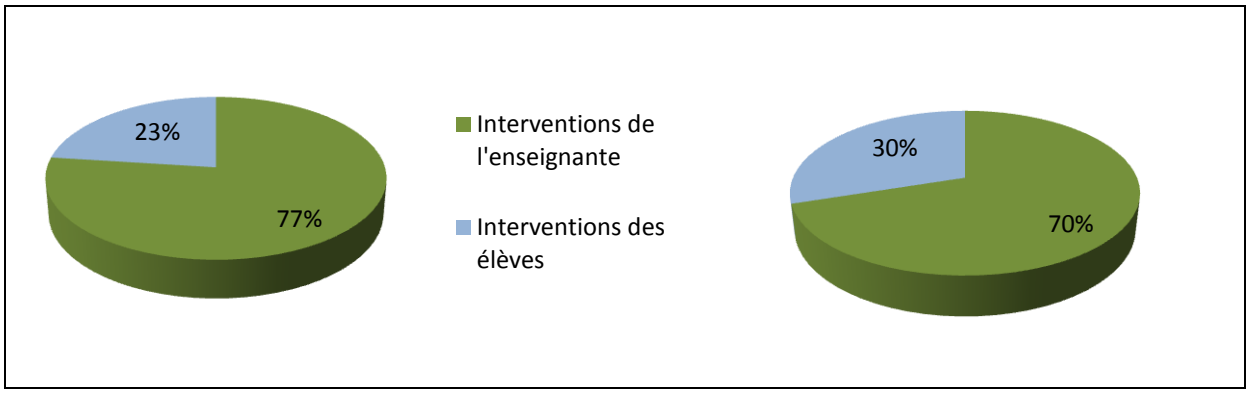


Figure 16 : répartition des interventions Isabelle non-ZEP (N = 1064)[10]

Figure 17 : répartition des interventions Violaine ZEP (N = 948)

La différence entre les deux classes est significative, les élèves interviennent davantage dans la classe de Violaine. Il paraitrait pourtant plus logique que les élèves de la classe non-ZEP d'Isabelle s'expriment davantage car ils ont une meilleure capacité langagière. Nous pouvons donc faire l'hypothèse que Violaine leur laisse davantage la parole et/ou qu'elle intervient moins qu'Isabelle. Cela est vérifié par les graphiques suivants : les élèves de Violaine interviennent plus que ceux d'Isabelle (287 interventions contre 249, Figures 24 et 25) et Isabelle plus que Violaine (815 interventions contre 661, Figures 18 et 19).

[10] N indique la taille de l'échantillon.

6.2.4 LES INTERVENTIONS DES ENSEIGNANTES

6.2.4.1 **Importance de la mise en œuvre**

Une grande majorité des interventions des enseignantes (Figures 18 et 19) concerne la mise en œuvre (78 % pour Isabelle et 73 % pour Violaine) avec beaucoup d'interventions à propos de ce qu'a fait l'élève, ou de ce qu'il va faire, comment il s'y est pris ou comment il compte s'y prendre pour chercher. L'opérationnalisation, la mise au travail effective de l'élève, la façon dont il s'y prend semblent être au cœur des préoccupations des enseignantes pendant la phase de recherche.

En deuxième position viennent les données du problème (13 % pour Isabelle et 21 % pour Violaine), on peut penser que la différence entre les deux classes résulte d'une adaptation aux besoins des élèves qui sont moins bons lecteurs et moins attentifs dans la classe de Violaine. Le but du problème n'est abordé que dans 3 % des interventions dans les deux classes ; cela est certainement dû au fait que la question du but a généralement été beaucoup travaillée dans la phase de présentation collective du problème.

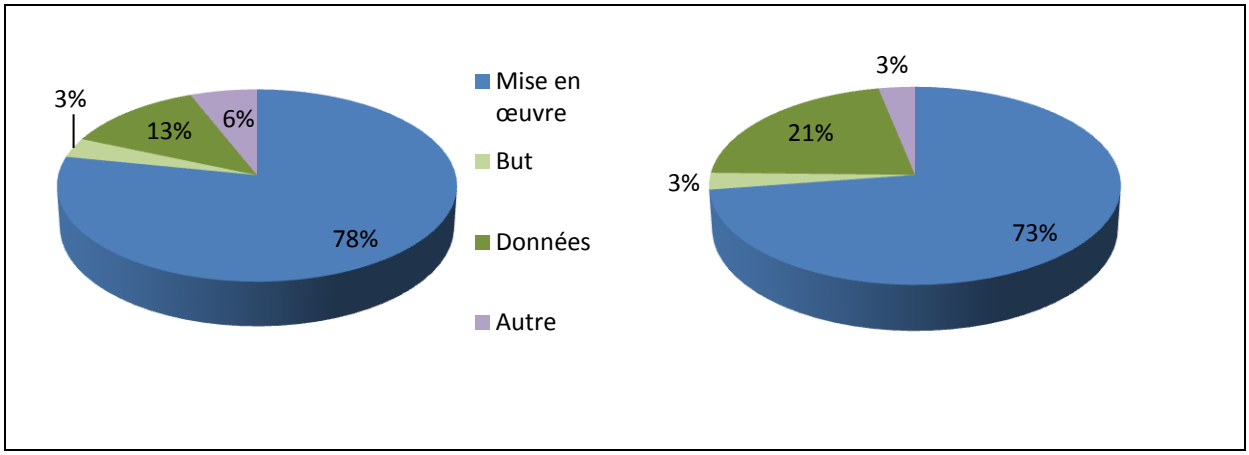


Figure 18 : sujets des interventions de l'enseignante Isabelle non-ZEP (N = 815)

Figure 19 : sujets des interventions de l'enseignante Violaine ZEP (N = 661)

Les deux distributions sont significativement différentes, néanmoins, si on écarte la rubrique « autre » qui ne concerne pas directement l'activité mathématique en cours, on observe que la différence entre les deux enseignantes se situe au niveau des données (les distributions mise en œuvre/but ne sont pas significativement différentes). Nous faisons l'hypothèse que cela est dû à une adaptation aux élèves ZEP ; en effet moins bons lecteurs et moins attentifs pendant la phase d'appropriation du problème, ces élèves ont davantage besoin qu'on leur rappelle les données du problème.

6.2.4.2 Questionner est une priorité

Les enseignantes pour accompagner leurs élèves utilisent en premier lieu le questionnement (31 % pour Isabelle et 42 % pour Violaine, Figures 20 et 21) sur ce qu'ils font, ce qu'ils ont compris etc. Ces chiffres sont néanmoins nettement inférieurs à ceux issus de l'étude de Colomb (1987) qui observe un profil majoritaire relevant de l'éducation traditionnelle avec un échange maître-élève du type question-réponse qui représente plus de deux-tiers des échanges. Cela est peut-être en lien avec le moment choisi pour l'analyse (la phase de recherche) qui serait plus propice à des interventions plus différenciées ; en effet pour accompagner un élève dans la résolution d'un problème, les autres types d'interventions (encourager, reformuler, désapprouver, guider et inviter à anticiper) ont toute leur place et peuvent amener l'élève à se questionner « spontanément », autant, si ce n'est davantage, qu'une question directe.

En seconde position viennent chez les deux enseignantes les paroles qui approuvent et encouragent (19 % pour Isabelle et 17 % pour Violaine, Figures 20 et 21) alors que les interventions pointant une erreur ou désapprouvant le travail de l'élève sont moins nombreuses (9 % pour les deux enseignantes). Les encouragements font partie de ce que François (1993) appelle l'étayage global, qui consiste à manifester de l'intérêt à l'élève sans l'aider directement.

Malgré des distributions significativement différentes statistiquement parlant, on peut noter qu'elles se ressemblent dans la place occupée par chaque nature d'intervention.

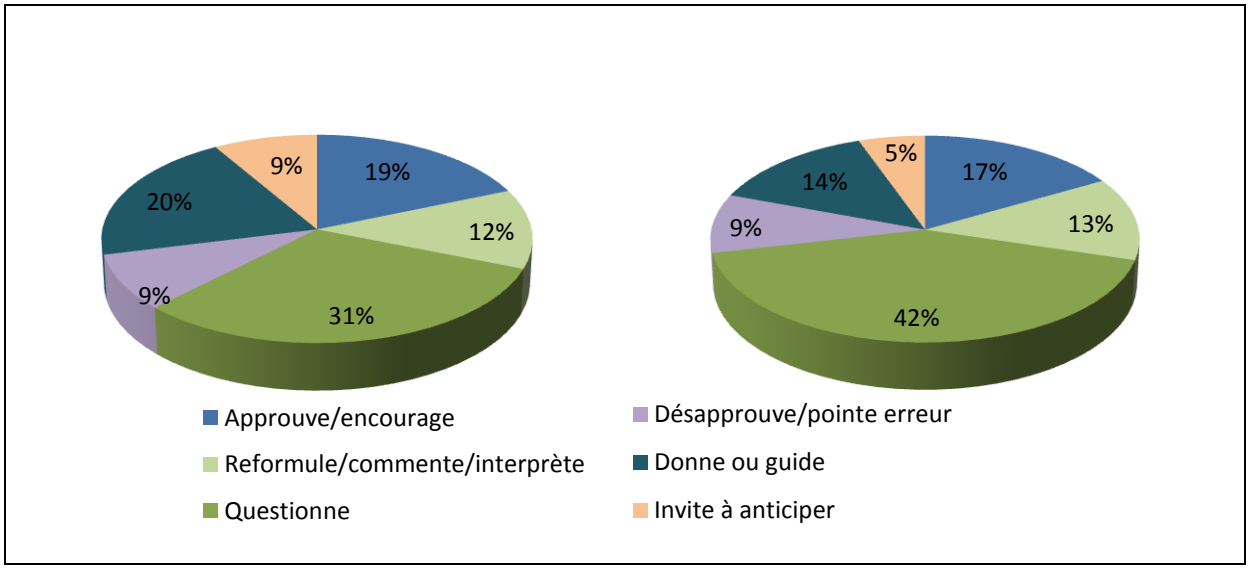


Figure 20 : nature des interventions de l'enseignante Isabelle non-ZEP (N = 738)[11]

Figure 21 : nature des interventions de l'enseignante Violaine ZEP (N = 640)

[11] La différence entre les effectifs des sujets et natures des interventions est due au fait que les interventions de sujet « autres » n'ont pas été codées concernant leur nature puisqu'elles ne sont pas d'ordre didactique.

6.2.4.3 Plutôt tutelle ou plutôt médiation ?

Les invitations à anticiper sont peu nombreuses (9 % pour Isabelle et 5 % pour Violaine, Figures 20 et 21), beaucoup moins que le guidage qui représente presque trois fois plus d'interventions (20 % pour Isabelle et 14 % pour Violaine, Figures 20 et 21). Il nous semble que l'invitation à anticiper, ouverte par nature, est plus du côté de la médiation, qui renvoie au rapport au savoir ; alors que le guidage, lié à la tâche, est davantage du côté de la tutelle. Les deux enseignantes seraient donc davantage dans la tutelle et moins dans la médiation, avec pour Isabelle une médiation plus présente que pour Violaine. Il nous semble néanmoins qu'il faut rester prudent car il n'est pas évident de caractériser chaque type d'intervention et davantage de tutelle peut préparer une médiation qui sera plus efficace si l'élève a les outils nécessaires pour en tirer profit.

6.2.4.4 Quelle ouverture ?

Pour chaque question posée nous avons noté s'il s'agissait d'une question ouverte ou d'une question fermée. Isabelle a posé 41 % de question ouvertes et Violaine 26 % (Figures 22 et 23).

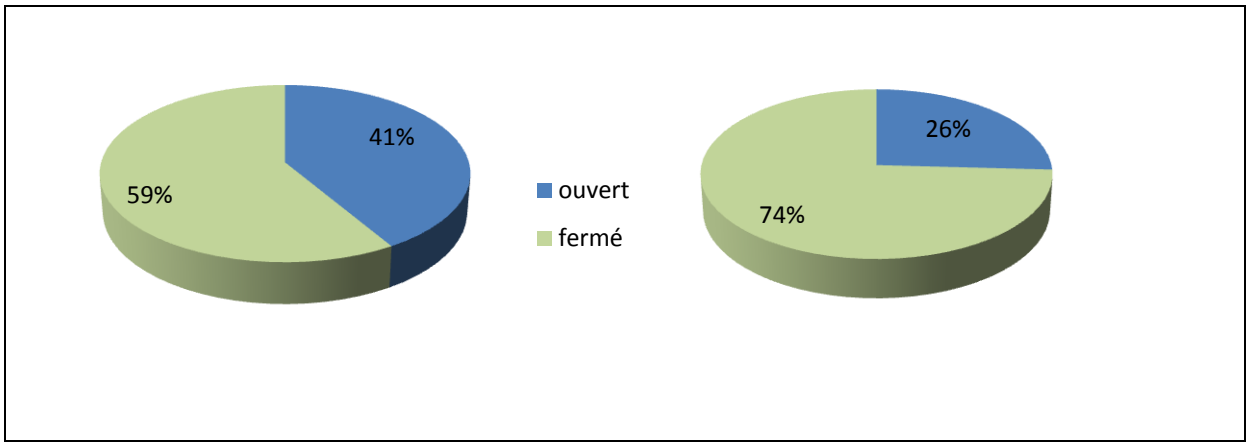


Figure 22 : type de question posée par l'enseignante Isabelle non-ZEP (N = 232)

Figure 23 : type de question posée par l'enseignante Violaine ZEP (N = 267)

On peut penser que travailler sur des problèmes ouverts favorise les questions ouvertes qui incitent l'élève à s'exprimer ou à réfléchir, alors que les questions fermées relèvent davantage d'un guidage de l'élève alors « réduit » à devoir trouver « la bonne réponse ». De fait, cela semble confirmé par les types d'interventions des élèves (Figures 24 et 25), ceux de la classe d'Isabelle, davantage questionnés de façon ouverte, produisent des réponses à 53 % et des explications à 38 % alors que ceux de Violaine produisent davantage de réponses (74 %) et moins d'explications (23 %). Il est cependant difficile de savoir d'où viennent ces différences ; elles peuvent être dues au style d'enseignement de chaque enseignante, à une adaptation au type d'élève ou à d'autres facteurs. Nous penchons pour la deuxième hypothèse, en effet, poser des questions ouvertes c'est laisser les

élèves dans l'incertitude quant à ce qu'il faut faire, c'est leur laisser la responsabilité de s'engager dans une démarche ; alors que des questions fermées permettent de guider étape après étape en indiquant aux élèves ce que l'on attend d'eux. Favoriser un questionnement fermé peut être une manière de s'adapter aux élèves de ZEP plus fragiles dans leurs acquis et leur confiance en eux. Nous nous demandons cependant si les élèves ZEP n'auraient pas aussi (ou même davantage) besoin d'être confrontés à l'incertitude.

6.2.4.5 **Les élèves répondent beaucoup et questionnent très peu**

Les élèves sollicitent et questionnent très peu l'enseignant (Figures 24 et 25). La question, du moins celle oralisée, reste massivement du côté de l'enseignant et la réponse du côté de l'élève. Cependant, la part d'expression prise par les élèves pour expliquer ou expliciter leur travail est loin d'être négligeable (38 % des interventions dans la classe d'Isabelle et 23 % dans celle de Violaine).

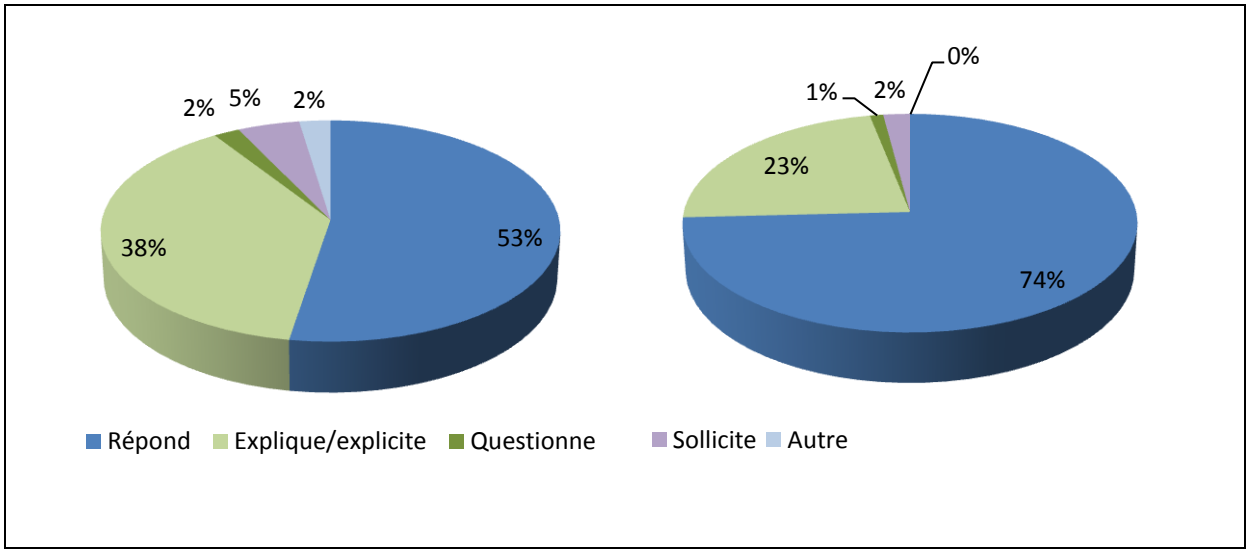


Figure 24 : types d'intervention des élèves d'Isabelle non-ZEP (N = 249)

Figure 25 : types d'intervention des élèves de Violaine ZEP (N = 287)

6.2.5 RÉSULTATS

Les répartitions des interventions des deux enseignantes se ressemblent beaucoup par les ordres d'importance qu'elles occupent (Tableau 1). On ne peut bien entendu généraliser à partir de l'observation de deux enseignantes mais cela semble aller dans le sens de ce qu'a conclu Bayer (1979) à savoir que *« la variabilité comportementale d'un même maître observé dans des situations différentes est plus grande que la variabilité de plusieurs maîtres placés dans la même situation. »* On peut raisonnablement penser que le contexte et les contraintes du travail sur les problèmes ouverts

génèrent au moins en partie ces régularités. Il ne faut pas non plus oublier que ces deux enseignantes ont été confrontées l'année scolaire précédente à ces mêmes séances menées par une enseignante experte dans leur classe, elles se réfèrent donc à un même modèle ce qui ne peut manquer de générer des ressemblances.

	Nature des interventions d'Isabelle en %	**Rang**	Nature des interventions de Violaine en %	**Rang**
Approuve/encourage	19	**3**	17	**2**
Reformule/commente/interprète	12	**4**	13	**4**
Questionne	31	**1**	42	**1**
Désapprouve/pointe erreur	9	**5**	9	**5**
Donne ou guide	20	**2**	14	**3**
Invite à anticiper	9	**5**	5	**6**

Tableau 1 : Fréquence et rang de la nature des interventions des enseignantes

Les similitudes dans les deux classes sont les suivantes :

- Les enseignantes interviennent beaucoup plus que les élèves.
- Les trois-quarts de leurs interventions concernent la mise en œuvre.
- Un tiers de leurs interventions sont des questions.
- Elles encouragent plus qu'elles ne désapprouvent.
- Elles guident davantage qu'elles n'invitent à anticiper.
- Le questionnement ouvert reste minoritaire bien qu'il s'agisse d'un travail sur des problèmes ouverts.

On note néanmoins des différences significatives :

- Un questionnement plus ouvert dans la classe non-ZEP qui logiquement favorise l'expression des élèves (davantage d'explications et moins de réponses).
- Il semble que le questionnement ouvert soit facilité avec des élèves plus performants (classe non-ZEP) alors que les élèves de ZEP en auraient peut-être aussi (ou davantage) besoin.

Ces différences peuvent être liées à la différence de population des classes (ZEP et non-ZEP) et/ou au style d'enseignement de chaque enseignante.

La grande attention portée à la mise en œuvre est probablement déterminante dans les progrès constatés chez les élèves, elle contribue manifestement à la construction d'une représentation exacte des problèmes et à une meilleure gestion de la démarche jusqu'à pouvoir en déduire une réponse exacte. Il nous reste à étudier plus finement comment les enseignantes procèdent pour s'adapter à chaque élève et quels effets cela engendre sur l'activité de l'élève afin de mieux percevoir comment ces séances de résolution de problèmes ouverts contribuent à la construction de connaissances mathématiques par les élèves.

6.3 ANALYSE QUALITATIVE DES SÉANCES

Nous rappelons que les deux enseignantes n'ont pas l'habitude de travailler sur des problèmes ouverts, elles sont néanmoins volontaires pour mener ces séances parce qu'elles les ont vu menées l'année précédente avec leurs élèves, qu'elles ont pu constater que cela était faisable et bénéfique pour leurs élèves. Elles ont donc un même modèle comme référence mais des classes différentes (ZEP et non-ZEP).

6.3.1 MÉTHODE

Pour tenter de saisir comment procède chaque enseignante, nous avons réécouté toutes les séances et nous sommes appuyés tout particulièrement, mais pas exclusivement, sur les séances ayant fait l'objet de l'analyse statistique. Nous avons tenté de repérer ce qui nous semblait significatif, parce que se reproduisant souvent, des pratiques de chaque enseignante. Nous avons ensuite regroupé d'une part les aspects similaires chez les deux enseignantes et d'autre part les aspects différents. Nous avons sollicité les enseignantes pour, au cours d'un entretien de type compréhensif (cf. guide d'entretien annexe 4), confronter nos hypothèses à leurs intentions et leurs stratégies conscientes. Hélas, pour des raisons qui lui sont personnelles, Violaine, une des enseignantes n'a pas pu faire cet entretien. C'est pour cette raison que l'analyse de la pratique d'Isabelle, qui a fait l'entretien, est plus riche et détaillée. Concernant Violaine les interprétations faites ici ne sont que des hypothèses et nous espérons qu'elles ne trahissent pas son travail et ses intentions.

Enfin, à travers le suivi d'un élève de chaque classe, nous avons regardé de plus près comment chaque enseignante accompagne un élève qui présente des difficultés, comment elle adapte ses interventions et comment cet élève modifie son activité et progresse.

6.3.2 DES SIMILITUDES

6.3.2.1 **L'engagement et l'autonomie des élèves**

Lors de l'entretien, Isabelle nous dit que ce qu'elle attend en priorité de ses élèves, c'est une implication dans ce qu'ils font et déclare faire tout pour qu'ils n'aient pas besoin d'elle. Elle est très agacée par le réflexe de dire *« je ne comprends pas »* qu'elle observe chez beaucoup d'élèves en début d'année scolaire. Elle incite donc ses élèves à chercher, à agir, à se montrer créatifs (*«Tout est possible »*). Toute la phase de recherche est ponctuée de *« Vas-y ! »* de *« Lance-toi ! »* adressés aux élèves soit quand ils posent une question, soit à la fin d'un accompagnement de l'enseignante. Isabelle insiste sur le passage à l'action effective de l'élève qui est un des processus qui participe à la construction d'une meilleure représentation du problème, que Jean Julo (1995) nomme « le processus opératoire ».

I : *Alors vous allez chercher, alors là c'est la période de bonheur, de plaisir ultime : la recherche ! Tout est possible ! C'est comme dans la vie, tout est possible. Alors allez-y, amusez-vous, cherchez ! Prenez du plaisir, vous êtes un chercheur, vous êtes des chercheurs en mathématiques. Allez-y ! Allez, on cherche, les Castors Juniors des mathématiques, là, allez-hop ! Tout est possible, on a le droit de tout faire… Allez, c'est parti les chercheurs !* (Séance 1)

Violaine insiste régulièrement sur l'importance de chercher, de dessiner, d'essayer. On retrouve le souci de l'opérationnalisation comme dans la pratique d'Isabelle.

V : *Avant de commencer, je voudrais vous faire des remarques sur votre travail de la semaine dernière. Ce qui est très bien c'est que tout le monde a travaillé, tout le monde a cherché, tout le monde a essayé de trouver une solution.* (Séance 2)

Par contre elle demande aux élèves de ne pas hésiter à la solliciter pour avoir de l'aide alors qu'Isabelle demande plutôt à ses élèves de réfléchir seuls.

V : *Axel, il faut vraiment que tu commences, que tu n'hésites pas à commencer. N'aies pas peur, même si tu as l'impression que tu n'as rien compris, que c'est compliqué, que tu ne sais pas par où commencer… À la limite je préfère que tu m'appelles pour que je vienne t'aider à démarrer plutôt que de rester comme ça des heures devant une feuille blanche où il n'y a rien. D'accord ? Tu as fini par t'y mettre mais ça a été long pour toi. Donc n'hésite pas à redemander une autre explication de ce qu'il faut faire. D'accord ?* (Séance 2)

Cette différence n'est pas si grande que cela ; en effet, réfléchir seul ou oser demander de l'aide sont des démarches volontaires attendues des élèves ; de plus Violaine précise bien qu'il faut essayer de commencer, même si on se sent perdu mais qu'il vaut mieux demander de l'aide plutôt que de ne rien faire. Il s'agit plutôt d'une adaptation à certains élèves ZEP qui peuvent rester « bloqués » sans rien faire quand ils n'ont pas de point de départ donné. On retrouve donc la même préoccupation sous-jacente chez les deux enseignantes, à savoir favoriser l'activité des élèves (mentale et/ou concrète) donc l'opérationnalisation.

Violaine indique clairement à ses élèves que pour elle, il est plus important de chercher que d'avoir trouvé la solution.

V : *Ce que j'ai remarqué déjà, je ne sais pas si vous avez bon ou pas bon ceux que j'ai vus, en tout cas, vous avez tous cherché, vous avez tous fait des dessins, et vous avez tous essayé de trouver la solution.* (Séance 2)

On trouve chez les deux enseignantes l'importance d'inviter les élèves à « se débrouiller » et le souci d'essayer de « s'effacer », de ne pas trop intervenir.

6.3.2.2 **Le droit à l'essai**

Selon Jacques Fiard et Émmanuèle Auriac (2006) il est essentiel que les élèves puissent identifier clairement les moments où ils peuvent commettre des erreurs par recherches, essais, tentatives et l'enseignant a tout intérêt à les notifier de façon explicite afin d'éviter les situations équivoques où l'élève ne sait pas s'il a « le droit » de se tromper.

Isabelle insiste régulièrement sur le droit à l'essai en dédramatisant l'erreur, il faut se lancer, essayer, recommencer, si on se trompe ce n'est pas grave.

I : *De toute façon, quand on apprend on rate, alors c'est la première des choses. Allez, c'est parti les chercheurs !* (Séance 1)

I : *C'est comme un jeu de chercher hein, on cherche, on est sur une piste, c'est pas la bonne, crac, on barre on recommence et on fait autre chose, et on ouvre une porte, une deuxième, une troisième et on arrive au royaume de la solution.* (Séance 1)

I : *Bon alors vas-y, dessine mon gars. Allez, vas-y, lance toi, si c'est pas bon c'est pas grave on barre, allez ! Tu m'as dit que tu voulais dessiner cinq têtes, c'est ce que tu m'as dit Terry, alors fais-le ! Qu'est ce qui t'en empêche ?* (séance 3)

On trouve aussi le droit de se tromper explicitement posé dans la classe de Violaine, par exemple ici :

V : *C'est pas parce que tu te trompes que tu ne réussis pas Erol, c'est juste que voilà, là tu t'es trompé, tu t'en es rendu compte, tu refais à côté. C'est pas grave du tout, on a le droit de se tromper Erol. Hein, d'accord ?* (Séance 5)

Ce type d'interventions se situe du côté de la médiation qui agit sur le rapport au savoir des élèves.

6.3.2.3 **Le plaisir de la recherche**

Isabelle évoque souvent le plaisir de la recherche, son aspect ludique. Elle attend des élèves qu'ils s'amusent, elle ne peut l'exiger bien entendu mais dit que cela est possible et tente de transmettre son propre enthousiasme aux élèves.

I : *Alors vous allez chercher, alors là c'est la période de bonheur, de plaisir ultime : la recherche ! Tout est possible ! C'est comme dans la vie, tout est possible. Alors allez-y, amusez-vous, cherchez ! Prenez du plaisir, vous êtes un chercheur, vous êtes des chercheurs en mathématiques.* (Séance 1)

I : *C'est comme un jeu de chercher hein, on cherche, on est sur une piste, c'est pas la bonne, crac, on barre on recommence et on fait autre chose, et on ouvre une porte, une deuxième, une troisième et on arrive au royaume de la solution.* (Séance 1)

Elle précise lors de l'entretien que l'aspect « jeu » rejoint pour elle le « droit à l'essai » et la possibilité pour chacun de s'inscrire dans la recherche : *« On essaye, qu'est-ce qu'on a à perdre ? Chacun sa place, tout le monde peut apporter quelque chose. »*

La notion de jeu et de plaisir est également présente dans la classe de Violaine :

V : *Oui c'est ce que je vous ai dit, prenez ça comme un jeu, on n'est pas là pour gagner quelque chose, on est juste là pour se faire plaisir. On vous demande de chercher quelque chose, c'est rigolo et puis voilà, il faut juste le prendre comme ça.* (Séance 2)

On ne peut l'affirmer à partir de l'observation de seulement deux classes mais les éléments communs (engager les élèves de façon autonome dans la recherche, donner le droit à l'essai et transmettre le plaisir de chercher) ne sont certainement pas sans lien avec le fait de travailler sur des problèmes ouverts. Selon Éric Roditi (2011, p. 63) les régularités inter-enseignants permettent d'accéder aux contraintes et on retrouve d'ailleurs ces trois éléments dans l'ouvrage d'Arsac et Mante sur les pratiques du problème ouvert (2007) : ils insistent sur l'importance de la mise en activité des élèves, de veiller à ce que tous cherchent, de faire en sorte que les élèves se lancent dans des essais comme dans une démarche scientifique et sur l'effet motivant sur les élèves de ce type de problèmes qui font découvrir le plaisir de chercher. Pour eux l'enseignant qui mène une séance de problèmes ouverts est un facilitateur de la recherche (un médiateur) qui fixe les règles du jeu (trouver le bon résultat est un but second) et met les élèves en situation avec la responsabilité de chercher une solution puis de la vérifier.

Évidemment, ces points communs sont aussi liés aux les séances menées l'année précédente par l'enseignante experte. Il est difficile ici de séparer ce qui relève intrinsèquement de l'activité et ce qui a été intégré par appropriation d'un modèle car les deux sont fortement liés. Ce que l'on peut dire, c'est que des enseignants volontaires pour travailler sur des problèmes ouverts, qui ont assisté à des séances, en ont constaté la faisabilité et des bienfaits pour les élèves, sont capables de mener à leur tour des séances qui respectent « l'état d'esprit » nécessaire selon Arsac et Mante (2007).

6.3.3 DES VARIABILITÉS

Les variabilités observées peuvent être dues au style d'enseignement propre à chaque enseignante et/ou à une adaptation à leurs élèves. Il ne nous est pas possible dans le cadre de cette recherche d'être affirmatif, nous nous contenterons donc de formuler des hypothèses concernant les causes possibles des différences constatées.

6.3.3.1 **Phase d'appropriation**

Isabelle fait des phases de présentation de chaque problème assez courtes, elle demande à ses élèves de faire une lecture autonome de l'énoncé, de se l'imaginer, de réfléchir seul (*« chacun s'enferme dans sa tête »*) et de poser d'éventuelles questions ensuite. On retrouve ici le souci que les élèves se construisent une première représentation du problème (J. Julo, 1995) même si elle ne sera pas complète tout de suite. Il y a aussi une demande claire de commencer à réfléchir tout seul, de façon autonome.

I : *Donc je vous distribue l'énoncé, il va falloir se faire le film dans sa tête. Vous lisez les phrases une par une, et dans la tête vous essayez de vous faire le film de l'histoire. […] En fait, imaginer c'est la capacité à se faire des images dans la tête. D'accord, et en mathématiques il faut avoir cette capacité là de se faire le film. D'accord ? Donc premier temps on colle, on lit, chacun s'enferme dans sa tête et lit. Allez c'est parti et on parle après. Vous pouvez utiliser le crayon de papier, le fluo, s'il y a des mots que vous ne comprenez pas, vous demanderez, allez !* (Séance 1)

On peut aussi penser que les phases d'appropriation particulièrement courtes sont pour Isabelle un moyen de lancer plus rapidement les élèves dans la recherche en leur laissant la charge de traiter de manière plus autonome l'énoncé du problème, elle en sait ses élèves capables, est là pour apporter des éléments supplémentaires si cela s'avère nécessaire et cela correspond à sa « philosophie » exprimée en entretien qui consiste à faire en sorte que ses élèves aient aussi peu besoin d'elle que possible.

Violaine pour sa part fait des phases d'appropriation commune du problème plutôt longues (de vingt minutes en moyenne contre dix minutes dans la classe d'Isabelle) ; elle assure elle-même la lecture de l'énoncé, souvent plusieurs fois, en vérifiant ce que les élèves ont compris. Elle n'hésite pas à faire rappeler de nombreuses fois par les élèves les données et le but. Elle s'assure que le vocabulaire employé est compris et que les élèves ont les connaissances personnelles nécessaires avant de lancer la phase de recherche.

Elle s'adapte probablement ainsi à sa classe qui comporte de nombreux élèves à l'attention fluctuante (d'où les nombreux rappels et re-formulations) et pour lesquels la lecture autonome est un exercice encore difficile en début de CE1.

V : *Alors maintenant j'attends que tous les crayons soient posés et je lis le nouveau problème. Vous êtes prêts ?*
Élèves : *Oui !*
V : *Alors on écoute. Un fermier a des poules et des lapins, en regardant tous les animaux, il voit cinq têtes et seize pattes. Combien le fermier a-t-il de lapins ? Combien le fermier a-t-il de poules ?*
Alors, j'entends « j'ai rien compris », mais qui a compris quelque chose ? Qui est-ce qui est capable un petit peu de dire de quoi ça parle, déjà ? Samy.
S : *Ça parle des poules et des lapins.*
V : *Y'a des poules et des lapins. Qu'est-ce qu'on sait d'autre ?*
E : *(inaudible)*
V : *C'est qui « il » ? Est-ce que tout le monde sait ce que c'est un fermier ? Qu'est-ce que c'est qu'un fermier ?*
E : *C'est celui qui vit dans la ferme.*
V : *Alors, c'est un monsieur qui travaille dans une ferme. Qu'est-ce que c'est qu'une ferme ?*
E : *C'est où y'a plein d'animaux.*
V : *C'est un endroit où il y a des animaux. Qu'est-ce qu'on trouve dans une ferme comme animaux ?*
E : *Des poules, cheval…*
V : *des chevaux, Mégane qu'est-ce qu'on peut trouver dans une ferme comme animaux ?*
M : *(inaudible)*
V : *des vaches*

E : *poules*
V : *des poules*
E : *cochons*
V : *des cochons*
E : *(inaudible)*
V : *des coqs, des vaches on l'a déjà dit.*
E : *des moutons*
V : *des moutons, hum, oui éventuellement.*
E : *des chèvres, des taureaux*
V : *Bon, taureaux, oui peut-être, bon et des lapins bien sûr ! D'accord ? Donc le fermier, c'est celui qui travaille dans une ferme, c'est un endroit où y'a plein d'animaux, très bien ! Alors, chut, il voit 5 têtes*
E : *et 15 pattes, 16 pattes !*
V : *Chut, alors on reprend. Qui est-ce qui est capable de ré-expliquer le problème avec ce qu'on a trouvé ? Je vous le relis ?*
Élèves : *Oui !*
V : *Je vous le relis une deuxième fois, écoutez bien maintenant qu'il y a ça comme information. Arthur arrête. Un fermier… un fermier a des poules et des lapins, en regardant tous les animaux il voit 5 têtes et 16 pattes. Combien le fermier a-t-il de lapins ? Combien le fermier a-t-il de poules ? Alors, on avance un petit peu sur le problème. Qu'est-ce-que… qu'est-ce qu'on sait ? Qu'est-ce qu'on nous demande de chercher ? Mégane ?*
M : *(inaudible)*
V : *On veut savoir combien il y a de lapins et combien il y a de poules. Est-ce qu'on le sait déjà combien il y a de lapins et combien il y a de poules ? Non, on ne le sait pas. Donc on veut savoir… le nombre de lapins et…*
E : *(inaudible)*
V : *Non, pas de cochons, et le nombre de poules. Alors, qu'est-ce qu'on va utiliser pour résoudre ce problème ? Comment on va faire pour savoir combien y'a de poules, combien y'a de lapins ? Samy ?*
S : *On met, heu, on met heu, 5 têtes, heu poules…*
V : *Alors 5 têtes, ça veut dire quoi 5 têtes ? Qu'est-ce-que ça veut dire 5 têtes ? Mégane ?*
M : *(inaudible)*
V : *Y'a 5 poules, c'est ça que ça veut dire, y'a 5 poules ? Sofiane, ça veut dire quoi 5 têtes ? Erol ? 5 lapins, y'a 5 poules dit Mégane, y'a 5 lapins. 5 têtes d'animaux dit Aline. Alors, c'est quoi ?*
… (Séance 3)

Violaine prend en compte le fait que le vocabulaire employé peut faire obstacle pour des élèves de milieu défavorisé, d'où le temps passé à préciser chaque terme et à les remettre en contexte. Elle a le souci d'éviter que le vocabulaire soit un obstacle à une bonne représentation de la situation décrite dans le problème. De plus elle prépare la phase de recherche en en posant les prémices (par exemple ici déduire que les cinq têtes indiquent qu'il y a cinq animaux) afin de commencer à engager les élèves.

6.3.3.2 **Résoudre des problèmes c'est difficile**

Françoise Hatchuel (2000, p. 1) dit en rendant compte de sa recherche sur des ateliers mathématiques en lycée que les paroles des élèves qui l'ont marquée disent toutes la même chose *: « être seul(e) face au Savoir, plus particulièrement en mathématiques, c'est difficile. Mais ils ne disent pas, parce que c'est justement ce que les élèves en difficulté ne savent pas, que cela s'apprend. Et*

que, dans cet apprentissage, dans ce long chemin vers l'autonomie, l'accompagnement par l'enseignant(e) joue un rôle fondamental : pour apprendre, il faut y croire.»

Lors de son entretien Isabelle évoque le fait que les mathématiques génèrent de l'angoisse et des blocages chez beaucoup d'enfants, elle constate que certains élèves sont terrorisés devant les mathématiques. Elle n'hésite pas à dire explicitement aux élèves pendant les séances que résoudre des problèmes mathématiques c'est difficile :

I : *Ah ben félicitations, voilà et il a dit son commentaire...*
E : *C'est quand même un peu dur.*
I : … a *été de dire effectivement, c'est dur. Mais je vous ai dit qu'on ne... Qu'est-ce que je vous ai dit comme phrase ce matin à propos de la facilité et de la difficulté ?*
E : *c'est toujours mieux la difficulté.*
I : *Non c'est pas ça que j'ai dit, j'ai dit c'est pas exactement ça. Oui ?*
E : *Faut mieux apprendre des choses dures que des choses faciles.*
I : *C'est pas ça que j'ai dit ce matin. Oui ?*
E : *c'est mieux de...*
I : *C'est mieux, non c'est pas ça que j'ai dit, on grandit plus...*
E : *Avec la difficulté.*
I : *Avec la difficulté. Voilà.*
E : *la facilité ça sert à rien parce qu'on le sait déjà.*
I : *Voilà alors bon, après ça peut être confortable, c'est sûr que c'est plus confortable, c'est plus rassurant, mais en même temps le fait de pas être rassuré c'est ça qui vous permet de grandir et d'accéder à autre chose, d'ouvrir des portes hein.* (séance 3)

L'enseignante valorise la difficulté et présente la nécessité de s'y confronter comme étant une étape nécessaire pour grandir et pour apprendre. Elle dit pendant l'entretien ne pas vouloir « rassurer » les élèves, dans le sens de faciliter, cocooner mais plutôt les « assurer », c'est-à-dire les mettre en confiance, leur montrer qu'ils peuvent compter sur eux-mêmes, les amener à supporter de ne pas savoir, les inciter à faire preuve de « débrouillardise ». Elle rejoint dans ce souci l'avis de Julo (1995) qui dit l'importance d'apprendre aux élèves à se « débrouiller » efficacement face aux situations-problèmes.

Violaine quant à elle n'insiste pas sur cet aspect, voire l'élude :

V : *Alors, le problème d'aujourd'hui…*
E : *Il est dur ?*
V : *Il est… il est pas… vous verrez. Il suffit de réfléchir et de chercher.* (Séance 2)

V : *Tout le monde s'y est mis la semaine dernière, tout le monde, tout le monde, tout le monde. Ça c'est très bien, il faut continuer même si on a l'impression que c'est difficile, il faut chercher. D'accord ? Faut au moins se donner la peine de chercher.* (Séance 3)

Faute d'entretien, nous ignorons si son intention est de ne pas effrayer les élèves en indiquant clairement la difficulté de la tâche ou s'il s'agit d'autre chose.

Isabelle pour sa part formule dans l'entretien l'idée qu'il faut aider les élèves à « *faire face au vide » comme* Edgar Morin (2000) qui insiste sur la nécessité de préparer les élèves à affronter l'incertitude : *« Une conscience nouvelle commence à émerger : l'homme, confronté de tous côtés aux incertitudes, est emporté dans une nouvelle aventure. Il faut apprendre à affronter l'incertitude, car nous vivons une époque changeante où les valeurs sont ambivalentes, où tout est lié. C'est pourquoi, l'éducation du futur doit revenir sur les incertitudes liées à la connaissance. »* L'enseignante parle régulièrement au fil des séances de la peur qu'il faut surmonter en faisant preuve de patience et en ayant confiance en soi.

I : *Qui est-ce qui a peur ? de rater ? Ah bon, de toute façon, quand on apprend on rate alors, c'est la première des choses. Allez, c'est parti les chercheurs !* (Séance 1)

I : *Ça va venir, ça va venir, c'est comme quand on invente des phrases le matin vous vous souvenez ? Il faut un petit peu de temps pour rentrer dans le… il vous faut un petit peu de temps puis une fois que vous êtes dedans après ça démarre tout d'un coup. Il faut être patient, il faut se dire : « là j'y arrive pas mais ça va venir », y'a une porte qui va s'ouvrir, ça s'appelle l'inspiration.* (Séance 1)

Pour accompagner ses élèves dans la confrontation à la difficulté et à l'incertitude, Isabelle utilise fréquemment deux moyens : les métaphores et l'humour.

Les métaphores (de « meta : au-delà de » et « phore : porter ») sont des médiateurs allégoriques qui véhiculent des idées que nous comprenons mieux sous cette forme indirecte que si elles étaient exprimées explicitement. Isabelle, en s'appuyant sur son goût pour la poésie, utilise volontiers des métaphores. Elle le conçoit comme un moyen d' *« ouvrir une porte »*, de *« faire voyager »* les élèves, d'apporter un regard décalé, d'ouvrir des possibles, de faire passer le message aux élèves qu'affronter des problèmes mathématiques ça peut être difficile et que cela demande du courage et des efforts qui seront récompensés. Elle dit ainsi de façon symbolique aux élèves ce qu'elle attend d'eux, non pas au niveau de la tâche en elle-même mais au niveau de l'attitude pour aborder la tâche (se questionner, réfléchir, accepter de ne pas savoir, oser essayer etc.). Ce message semble être bien

passé si on s'en réfère à ce que les élèves ont dit avoir retenu à la dernière séance (cf. annexe 5). Voici quelques métaphores d'Isabelle, glanées au fil des séances :

I : *Vas-y Éliana, mais Éliana elle sait bien... Elle monte, elle grimpe la montagne de la connaissance jour par jour. Vas-y ma belle, explique- nous, vas-y, vas-y !* (séance3)

I : *La dernière fois vous aviez eu un petit peu de mal, hein. Qui est-ce qui avait eu beaucoup beaucoup de mal ? OK, donc vous savez que quand on apprend c'est toujours comme ça, enfin c'est pas toujours mais c'est souvent comme ça au début, on a l'impression d'être dans une espèce de tunnel : on voit rien et on comprend rien et puis petit à petit on accepte de ne pas savoir et la lumière apparaît ! D'accord ? Donc j'ose espérer pour ceux qui avaient beaucoup de mal que la lumière a commencé à apparaître quand les camarades sont venus expliquer au tableau. C'était mieux ou pas après ? Est-ce que c'était plus clair ?*
Élèves : *oui !* (séance 6)

I : *Mais tu sais que les solutions, elles ne viennent jamais comme ça tout de suite, tout de suite, tu le sais bien. Au début c'est tout noir et puis au bout d'un moment, il y a une porte qui va s'ouvrir dans ton esprit. Je vais vous amener un poème qui parle de ça justement. Tu vois au début c'est le brouillard et petit à petit on se concentre et l'inspiration arrive. Mais pour le moment il faut accepter, il faut accepter (insistance) de brouter un peu comme une vache dans un pré (rires des élèves).* (séance 6)

Elle prône aussi par ce moyen le « lâcher prise », le fait d'accepter de ne pas savoir pour permettre à l'inspiration d'arriver. Pour apprendre, l'élève doit en effet accepter de ne pas savoir pour pouvoir s'engager dans la recherche (Tardif, 1998).

Isabelle utilise aussi beaucoup l'humour. De son point de vue l'humour cultive l'intelligence et le questionnement ; en effet pour rire il faut comprendre, être dans le sens et exercer son esprit critique. Elle remarque que l'humour permet de mettre à distance, de dédramatiser et de détendre l'atmosphère et que c'est aussi un moyen de créer une connivence entre ses élèves et elle. Cela confirme ce que dit Gisèle Tessier (1990) à savoir que l'humour permet la distanciation qui est liée à l'intelligence et la créativité. Des recherches (Ziv, 1993) montrent que quand l'enseignant utilise l'humour, cela améliore le climat de la classe et contribue à diminuer la distance maitre-élève « comme il convient » tout en contribuant à relâcher la tension et à diminuer l'angoisse. Isabelle fait un rapprochement entre l'humour et le problème de mathématique, tous deux facteurs de déséquilibre et susceptibles de désarçonner les élèves.

I : *Et si tu dessinais ? Alors qu'est-ce que tu peux dessiner ?*
E : *Ben...*

I : *La tête à Toto.*
E : *Ben, je peux dessiner des lapins et... Je peux dessiner des pattes de lapins.* (séance 3)

I : *Alors, qu'est-ce que tu vas dessiner Terry ?*
T : *Les têtes.*
I : *Bah alors vas-y, dessine les têtes n'aie pas peur. Tu as peur de quoi ? D'être mangé par les lapins ?*
T : *Non.* (séance 3)

I : *Alors en fait parce que tu as vu 20 et 12 toi tu additionnes. Toi tu as additionné les têtes et les bosses. Ben non ça ne marche pas. (À tous) Alors quand vous êtes perdus, vous voyez deux nombres vous les additionnez. C'est ça l'histoire ? Ben c'est un peu ballot comme heu... Vous trouvez pas ça un peu ballot ? Qui est-ce qui a additionné 20 et 12 ? Levez le doigt ! Non mais y'a pas de honte. Alors voilà, vous voyez deux nombres, vous les additionnez. Ça vous fait plaisir ? (rires des élèves) Vous vous sentez mieux après ? Ah ! Je me sens mieux, j'ai additionné deux nombres ! (rires) C'est la fête !* (séance 4)

Enfin, pour Isabelle l'humour apporte à son enseignement un peu de fantaisie qui vient contrebalancer les exigences qu'elle a pour ses élèves.

6.3.3.3 **Contraintes matérielles et de gestion de la classe ZEP**

Dans la classe de Violaine les élèves sont peu autonomes par rapport à leur matériel, certains s'agitent facilement et d'autres inhibés « se font oublier » et ne se mettent pas au travail. Il y a donc, surtout pendant les phases collectives, du temps passé à gérer ces aspects.

V : *Bon quand les guerriers là auront terminés, peut-être qu'on pourra peut-être commencer la séance. Tu m'agaces Téo, tu ranges ça dans ta trousse, surtout je vous rappelle qu'on a juste le droit de sortir le crayon à papier pour cette séance, et pas la gomme, on ferme sa trousse une fois qu'on a sorti le crayon à papier. Taille-le un petit peu Jérémy, tu vas avoir du mal à terminer ton travail. Tu n'as pas de crayon à papier, non arrête de tout vider je vais t'en passer un, ça va aller plus vite. Chuuuuuut (chuchoté). Selma, pourquoi t'as pas ton matériel toi aussi ? Allez, ça y est ? Chuuuuuut (chuchoté). Tu arrêtes Souleymane, range-moi ça ! Allez.* (Séance 3)

Par exemple l'utilisation de la feuille de recherche (une copie simple perforée) a demandé de nombreuses explications à la première séance, explications réitérées plus rapidement au début des séances suivantes.

V : *Aujourd'hui vous allez avoir une feuille, une copie, comme ça.*
Élève : *(inaudible)*
V : *Non, non, tu vas voir, je vais vous expliquer… Donc vous allez avoir une copie, la copie on s'en est pas encore beaucoup servi, mais une copie, pour qu'elle soit à l'endroit, on met les trous vers la cour, vers la gauche et la marge vers la gauche aussi. Comme ça, ma copie est à l'endroit ; comme ça, elle est à*

l'envers. Donc pour commencer à résoudre le problème, essayez tous de prendre votre copie à l'endroit, ce sera plus facile pour se repérer, d'accord ? Et puis bien sûr, tout le monde écrira bien son prénom dans la marge, d'accord ? Parce qu'il faut savoir qui a fait ce problème, et pareil que pour les évaluations, on utilise uniquement le crayon à papier et pas la gomme. Vous vous souvenez ? Si je me trompe, je barre et je recommence à côté. Alors je vais tous vous donner une copie, vous allez faire bien attention de la positionner comme ça, les trous vers la gauche et le trait rouge aussi, vers la cour, vers la gauche. Une fois que vous avez votre copie, vous écrivez votre prénom sur la petite ligne là, en haut, dans la marge, d'accord ?
Élève : *(inaudible)*
V : *Est-ce qu'on a le droit d'utiliser une gomme ?*
Les élèves : *Non !*
V : *Kélyne, qu'est ce qu'on fait si on se trompe ?*
K : *On barre et on refait à côté.*
V : *Voilà !* (Séance 1)

La gestion de ces aspects, cumulée avec des phases d'appropriation plus longues, se fait au détriment du temps passé pour les phases de recherche et de mise en commun (en moyenne sept minutes de moins pour chacune de ces phases que dans la classe d'Isabelle).

6.3.4 ÉVITER CERTAINS ÉCUEILS LIÉS AU CONTEXTE ZEP

Dans une recherche sur les pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en REP[12] (Butlen, Peltier-Barbier, & Pézard, 2002) il est observé que les enseignants de REP se sentent, plus que d'autres, contraints de faire un travail de socialisation, de développement de l'autonomie et du respect des autres. Cette préoccupation légitime peut entrer en concurrence avec l'enseignement de contenus.

Ils notent que : *« Les enseignants observés ont le souci constant d'encourager les élèves, de les « rassurer », de créer ainsi un climat de confiance «cognitif» et «affectif» sans lequel, d'après eux, les élèves ne peuvent entrer dans une dynamique d'apprentissage. Cela se traduit notamment pour la majorité d'entre eux par un aplanissement des difficultés, une simplification des tâches, une prédominance d'activités algorithmisées, un étayage très important, et l'attribution presque systématique d'évaluations positives (bonnes notes ou encouragements parfois même excessifs). Les maîtres et les élèves se trouvent ainsi dans une sorte de cercle vicieux : les maîtres simplifient les tâches qu'ils donnent aux élèves pour qu'ils réussissent, les élèves peuvent exécuter la tâche sans l'investir réellement dans un but d'apprentissage et de ce fait ne construisent pas nécessairement les connaissances visées. » (Butlen et al., 2002, p. 45)*

[12] REP (Réseau d'Education Prioritaire) : un REP regroupe plusieurs établissements scolaires ZEP et/ou similaires à des établissements ZEP mais ne bénéficiant pas de moyens supplémentaires. Le public est donc sensiblement le même.

Voyons si ces particularités se retrouvent ou non dans la pratique de Violaine et si c'est sur ces points qu'elle est différente de celle d'Isabelle.

Concernant les encouragements, il n'y a pas de différence significative[13] entre les deux enseignantes, ils représentent 42 % des interventions de Violaine et 31 % de celles d'Isabelle (cf. figures 20 et 21 p. 45). Concernant la mise en place d'un climat rassurant, Isabelle dit clairement plutôt chercher à déstabiliser ses élèves, mais pour qu'ils apprennent à compter sur eux-mêmes. Nous n'avons pas eu d'entretien avec Violaine et ne savons donc pas quelles sont ses intentions ; par contre nous avons observé qu'elle s'assure, notamment lors de la phase d'appropriation, que les élèves ont bien compris l'énoncé. Peut-on dire pour autant qu'elle aplanit les difficultés, simplifie les tâches et favorise des activités algorithmisées ? Rien ne permet de l'affirmer et ce n'est pas notre sentiment. Dans les deux classes les élèves ont été confrontés aux mêmes tâches complexes. Cependant, l'étayage semble effectivement plus important (plus long auprès de chaque élève) en ZEP, par contre il ne guide pas plus mais invite moins à anticiper (cf. figures 20 et 21 p. 45). Les tâches n'étant pas aisément « simplifiables » en ce qui concerne les problèmes ouverts, on semble ici échapper au cercle vicieux décrit dans la recherche de Butlen, Peltier-Barbier et Pézard qui empêcherait les élèves de construire des apprentissages.

Il apparait donc ici que la pratique des problèmes ouverts pourrait contribuer à minimiser, voire supprimer, quelques travers contre-productifs typiques de la pratique des enseignants de ZEP. Cela pourrait expliquer le possible effet du travail sur les problèmes ouverts, qui contribuerait à éviter que les écarts se creusent entre deux groupes de niveaux différents, observé lors de la première partie ce cette recherche (cf. chapitre 2 p. 20).

6.3.5 ACCOMPAGNEMENT DES ÉLÈVES

Après quelques généralités sur la façon de procéder de chaque enseignante, nous allons tenter d'analyser, à travers l'exemple d'un ou deux élèves en particulier, comment chaque enseignante procède pour accompagner ses élèves. Pour mieux saisir la façon dont l'enseignante s'adapte à chaque élève, nous avons choisi des élèves en difficulté. Nous allons également observer quels effets

[13] Comparaison d'un pourcentage observé à un pourcentage de référence en utilisant un test du khi-deux au seuil de 1 %

les interventions des enseignantes produisent sur l'activité des élèves en nous appuyant sur ce qu'ils disent et sur leurs feuilles de recherche.

6.3.5.1 Dans la classe d'Isabelle

Dans ses interventions auprès des élèves pendant la phase de recherche, Isabelle procède toujours plus ou moins de la même façon. Elle invite les élèves à s'exprimer, à se lancer, élude les questions et incite les élèves à réfléchir par eux-mêmes. Elle dit ne pas souhaiter que les élèves soient dépendants d'elle, elle voudrait qu'ils partent de ce qu'ils savent, qu'ils se « débrouillent », se lancent et fassent preuve de « bon sens ». Lors de l'entretien Isabelle affirme ne pas avoir de fonctionnement particulier pour les élèves en difficulté, elle dit accompagner tous les élèves avec empathie, essayer de comprendre où sont les problèmes qu'ils rencontrent et considérer que chaque élève est susceptible de rencontrer à un moment ou un autre une difficulté. Voyons de plus près comment elle procède, par exemple avec Younes, un élève qui n'a réussi qu'un problème au pré-test (le problème 1) ; il est faible lecteur et a du mal à se mettre au travail de façon autonome. Younes est le seul élève de la classe en grande difficulté, son profil se rapproche davantage de celui des élèves ZEP de la classe de Violaine que de celui de la majorité des autres élèves de sa classe.

Voici l'intervention d'Isabelle auprès de lui pendant la phase de recherche de la séance 3.

Le problème était :

Un fermier a des poules et des lapins.

En regardant tous les animaux, il voit 5 têtes et 16 pattes.

Combien le fermier a-t-il de lapins ? Combien a-t-il de poules ?

I : *Younes ! Je viens, alors, alors, alors, alors, alors, vas-y je t'écoute.*
Y : *Y'a 5 (inaudible) ici y'a 5 fermiers...*
I : *Non y'a pas 5 fermiers, y'a 1 fermier.*
Y : *1 fermier.*
I : *Et qu'est-ce… que voit-t-il ce fermier ? Il voit 5 têtes et 16 pattes. Et la question que l'on te pose, mon petit Younes, c'est de savoir combien il y a de lapins et combien il y a de poules. Alors, comment vas-tu faire ? Qu'est-ce ce que tu...*

Isabelle commence par inviter Younes à s'exprimer. Devant une mauvaise compréhension manifeste de l'énoncé elle lui rappelle les données et le but du problème. Puis elle lui demande comment il va pouvoir procéder, l'invitant à anticiper son action.

I : *Non ce n'est pas grave, on ne gomme pas, tu barres, on barre, alors tu barres tout ça, c'est ça que tu voulais faire ?*
Y : *Non je veux pas barrer tout...*
I : *Alors qu'est ce que tu veux faire ? OK, alors tu repars ici, qu'est ce que tu veux faire ?*
Y : *Il voit combien de pattes de poules ?*
I : *Ben justement, en regardant tous les animaux, Younes, il voit 5 têtes et 16 pattes, en les regardant tous.*

Younes s'apprête à gommer ce qu'il a commencé sur sa feuille, ce qui est contraire aux instructions données. Elle l'invite à nouveau à formuler ce qu'il veut faire, il dit ne pas vouloir « barrer tout » puis au lieu de répondre pose une question. Isabelle ne répond pas directement mais lui redonne les données du problème.

I : *Un lapin, ça a combien de pattes, Younes ? Un lapin ça a combien de pattes ?*
Y : *2.*
I : *Un lapin ?*
Y : *4.*
I : *Ben oui mon gars. Et une poule, ça a combien de pattes ?*
Y : *2.*

Ensuite elle vérifie que Younes a les connaissances personnelles non précisées dans l'énoncé mais nécessaires à la résolution du problème.

I : *Tu es fatigué là ?*
Y : *Non.*
I : *Bon, alors qu'est ce que tu peux faire ?*
Y : *Ça je crois que c'était des pâtés.*
I : *Des pâtés ? Y'a pas de pâtés dans le texte. Bon alors réfléchis je reviens te voir après.*

Elle s'enquiert de son état de fatigue puis l'invite une fois de plus à anticiper. La réponse de Younes est incongrue (une mauvaise lecture du mot « pattes » ?) et permet de douter qu'il ait vraiment compris le problème. Son enseignante va néanmoins l'inviter à réfléchir seul.

Sollicitée par Younes, elle s'adressera à nouveau à lui quelques minutes plus tard :

Y : *(inaudible)*
I : *Attends non Younes, tu vois je suis passée te voir tout à l'heure, maintenant il faut faire montre de patience, tu as écrit les réponses ? Est ce que tu as exprimé tes réponses ? Qu'est-ce ce qu'on cherche ? Qu'est-ce qu'on cherche Younes ? Relis les questions et contrôle sur ta feuille si tu as bien répondu aux questions que l'on pose. Je vais aller voir Terry parce-que je ne l'ai pas vu encore.*

Elle lui demande de continuer à travailler seul.

Pendant cette première séance, Isabelle respecte sa routine habituelle, elle invite Younes à s'exprimer, l'incite à réfléchir seul, elle lui rappelle les données et le but et relance son activité. Elle n'hésite pas à laisser Younes continuer seul sans s'assurer qu'il a de quoi continuer sur une bonne piste.

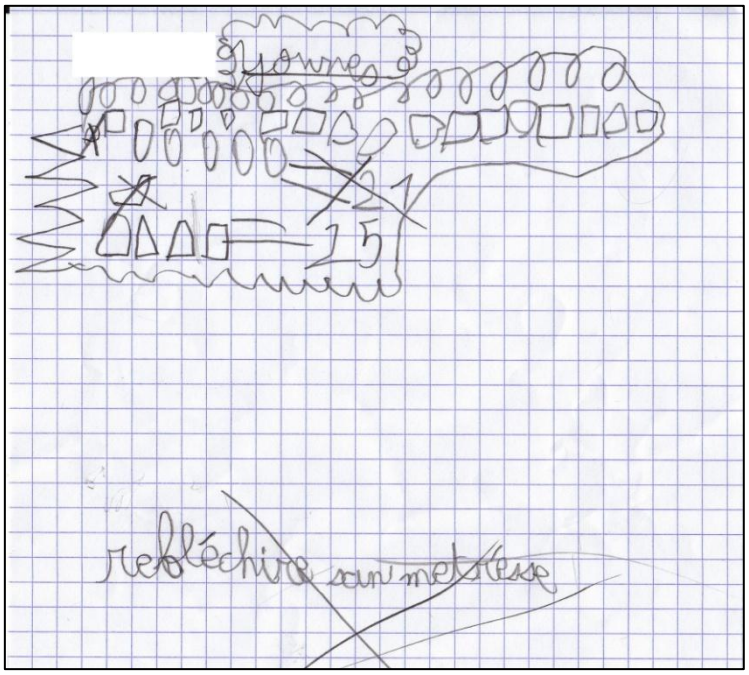


Figure 26 : Feuille de recherche de Younes (séance 3)

Sur sa feuille de recherche (Figure 26), Younes a représenté par des formes les cinq têtes et les seize pattes (sans distinction claire entre têtes et pattes) et les a additionnées (= 21). Puis il en a ajouté cinq et barré une et fait un nouveau total. Il a aussi écrit, probablement suite au refus de l'enseignante de repasser le voir, non pas une réponse mais ce qu'il devrait essayer de faire (réfléchir sans maîtresse). On peut penser qu'il a écrit du « langage intérieur » afin de tenter de réguler son action.

Younes n'a probablement pas saisi ce qu'il devait chercher mais il a néanmoins essayé de représenter les données et les a additionnées (procédure qui « marche » souvent pour les problèmes classiques).

Voyons ce que cet élève va faire et comment il va être accompagné la séance suivante avec ce problème :

Dans un troupeau composé de chameaux (2 bosses) et de dromadaires (1 bosse), on compte 12 têtes et 20 bosses.

Combien y a-t-il de dromadaires ?

I : *Alors Younes qu'est-ce que tu as fait ?*
Y : *Là c'est 2 bosses et il y a…*
I : *Là tu as dessiné les têtes c'est ça ?*
Y : *Oui*
I : *Ça c'est les 12 têtes ? OK et attention parce qu'un dromadaire ça a combien de bosses ?*
Y : *Et ça c'est les 20 bosses.*
I : *Ça ce sont les 20 bosses OK. Alors un dromadaire et là combien de bosses donc… Une bosse regarde. Tu vois comment je fais ? Ben vas-y !*

Isabelle interroge son élève sur ce qu'il a commencé à faire sur sa feuille. Younes a encore tendance à répondre à côté des questions. Elle lui montre qu'il peut relier les têtes et les bosses puis l'invite à continuer. Isabelle donne donc à Younes un point de départ avant de l'inviter à poursuivre seul.

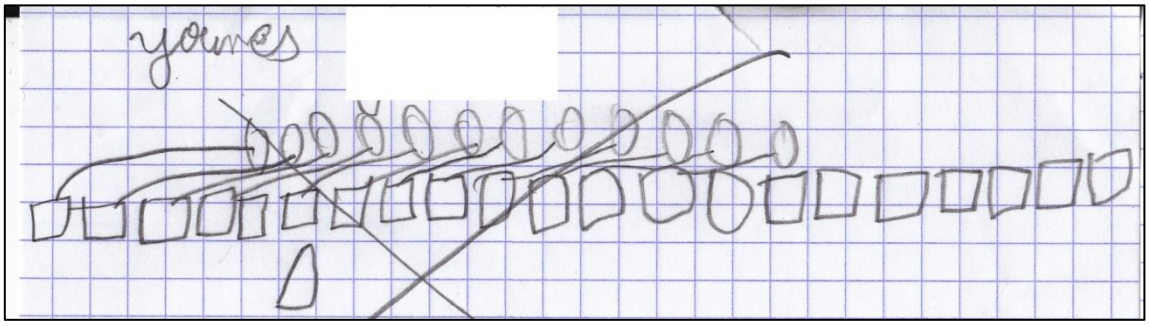


Figure 27 : Feuille de recherche de Younes (séance 4)

Sur sa feuille (Figure 27) Younes a représenté, de façon bien différenciée cette fois-ci (forme et disposition), les têtes et les bosses, mais il fait figurer vingt-deux bosses au lieu de vingt. Il a ensuite, en imitant la maîtresse, relié chaque tête à une bosse (en en oubliant une et en s'arrêtant quand il n'y a plus de tête à relier). Puis il barre son travail et n'en tire aucune réponse. On ne sait pas si pour lui une tête reliée à une bosse représente un dromadaire ou pas. Il semble avoir du mal à réguler son action, à faire le lien entre son dessin et ce qu'il faut chercher mais sa représentation est mieux organisée.

Voyons maintenant ce que cela va donner avec le problème suivant qui comporte plusieurs solutions possibles et va être travaillé sur deux séances. Il s'agit du problème suivant :

Un magicien utilise plusieurs animaux pour faire un animal imaginaire.

Pour obtenir un animal imaginaire il faut 6 têtes et 16 pattes.

Le magicien peut utiliser 3 sortes d'animaux : des chevaux, des oiseaux et des vers de terre.

Combien lui faut-il de chevaux, d'oiseaux et de vers de terre pour faire un animal imaginaire ?

Y : *(Inaudible)*
I : *Comment ? Mais si, tu re-dessines les têtes et tu distribues les pattes d'une autre manière. Aie confiance en toi Younes.*

Au début du temps de recherche, Younes sollicite Isabelle, qui l'invite à se lancer et lui donne des indications sur ce qu'il doit faire.

Quelques minutes plus tard, elle va voir où il en est :

I : *Bon alors allons-y qu'est-ce ce que tu as trouvé ? Alors on te demande combien lui faut-il de chevaux, combien de chevaux, d'oiseaux, de vers de terre. Où est la réponse ? Alors je t'écoute, on te dit qu'il y a 6 têtes et 16 pattes OK. Alors comment tu peux faire ? Là on a 6 têtes d'accord ? Et 16 pattes. Toi tu n'arrives pas à travailler tout seul il faut tout le temps un adulte derrière toi. Si je ne suis pas à côté de toi tu ne fais rien.*

Isabelle commence par lui rappeler le but et les données du problème, puis lui fait remarquer son manque d'autonomie dans sa mise au travail.

I : *Bon alors on y va. Pour faire un animal imaginaire il faut 6 têtes et 16 pattes. Donc les chevaux ça a combien de pattes ?*
Y : *4.*
I : *Les oiseaux ?*
Y : *2.*
I : *Et les vers de terre ?*
Y : *Zéro.*

Elle rappelle encore une fois le but et les données du problème puis vérifie, comme à la séance sur le problème des poules et des lapins, qu'il a les connaissances personnelles nécessaires pour traiter le problème. Younes connait parfaitement le nombre de pattes de chaque animal.

I : *Bien. Alors avec tout ça qu'est-ce que tu peux faire ? Ben là qu'est-ce que tu peux faire ?*
Y : *…*
I : *Une tête et 2 pattes c'est un… ? Qu'est-ce qui a une tête et 2 pattes ?*
Y : *(Inaudible)*
I : *Tu fais la suite !*

Ensuite elle lui demande de formuler ce qu'il peut faire et devant son absence de réponse l'aide à démarrer en faisant le lien entre une représentation (une tête et deux pattes) et un animal de l'énoncé (un oiseau) puis elle l'invite à continuer seul.

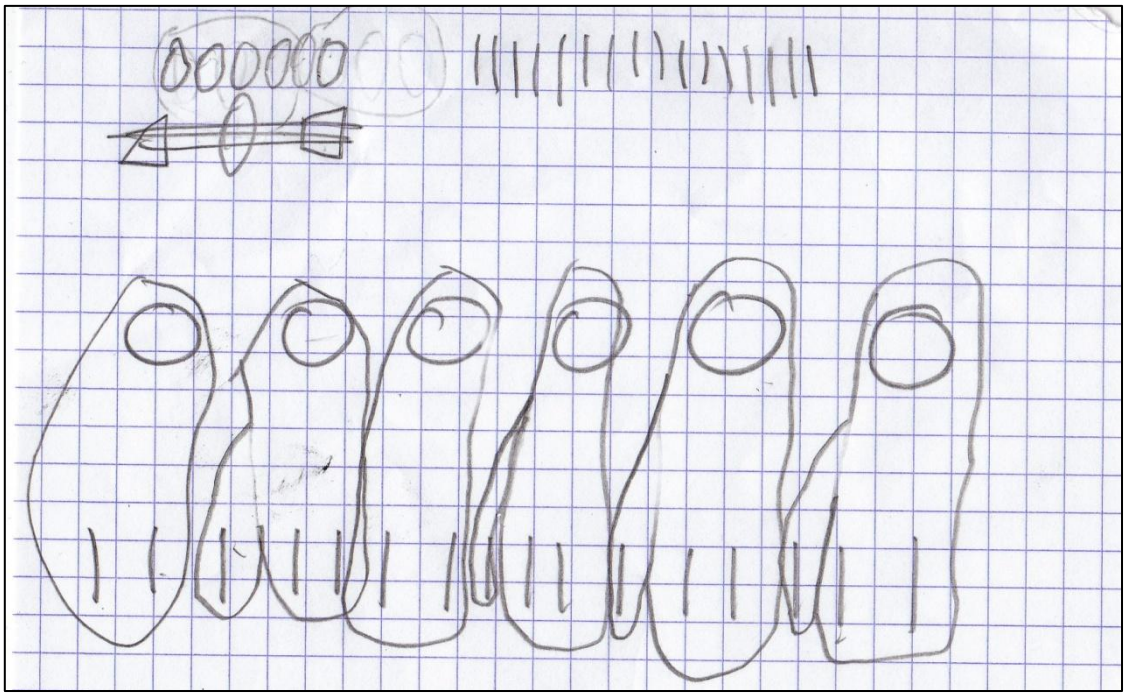


Figure 28 : Feuille de recherche de Younes (séance 5)

Sur sa feuille de recherche (Figure 28) l'élève a tout d'abord représenté les têtes et les pattes séparément, puis il a recommencé en les disposant autrement de manière à pouvoir associer les éléments. Toutes les têtes et toutes les pattes sont prises en compte. Il semble avoir tout d'abord mis deux pattes par tête, puis en avoir ensuite ajouté pour qu'il n'en reste pas, par contre il obtient ainsi des animaux à trois pattes.

Nous ne savons pas ici s'il a compris le lien entre ce qu'il a représenté et les animaux de l'énoncé ; il a par contre représenté correctement sans erreur les six têtes et les seize pattes et les a associées. Sa représentation graphique est cette fois organisée et précise.

Voyons enfin ce que cela va donner dans la dernière séance analysée qui porte sur le même problème pour permettre aux élèves de trouver les trois solutions possibles :

I : *Donc toi tu as dessiné 6 têtes.*
Y : *Oui et j'ai mis 4, j'ai mis 4 pattes à chacun.*
I : *4 pattes à chacun. Est-ce-que ça fait 16 pattes en tout ?*
Y : *Non.*
I : *Non, donc y'a un souci. Comment vas-tu faire ? Comment vas-tu faire ? Et bien vas-y, tu es en train de chercher, c'est bien.*

Cette fois-ci Isabelle introduit son intervention par un commentaire sur ce qu'elle voit sur la feuille de recherche de Younes (Figure 29). Ce dernier enchaîne volontiers en décrivant ce qu'il a fait. Son

enseignante pointe alors une contradiction avec une donnée de l'énoncé, l'invite à anticiper une autre action et le félicite d'être en train de chercher.

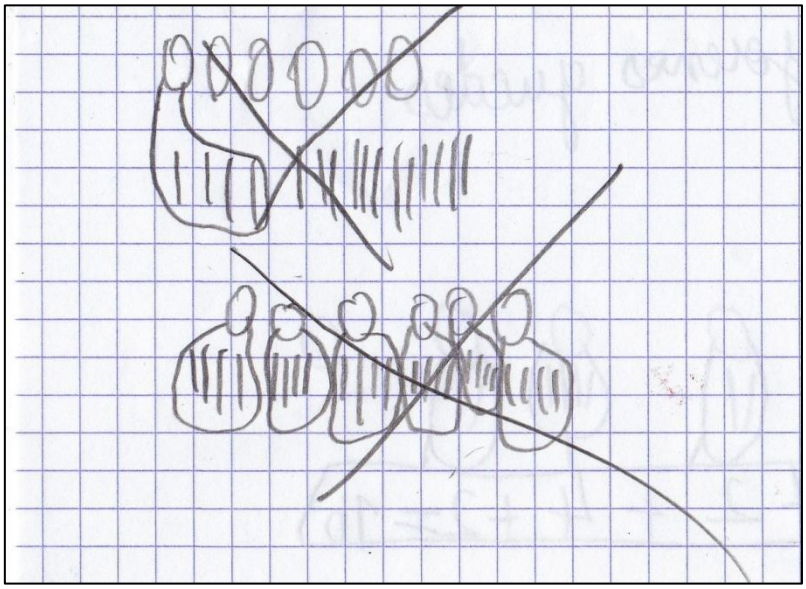


Figure 29 : Feuille de recherche de Younes (séance 6)

On constate ici que Younes a barré un premier essai difficile à gérer où les seize pattes ont été tracées sans être assez espacées. Il a ensuite recommencé en traçant les têtes puis en dessinant quatre pattes par tête (mais du coup il y a plus de seize pattes).

Y : *Moi j'ai fait 3 pattes chacun…*
I : *Mais qui est-ce qui a 3 pattes ? Les chevaux ça a trois pattes ?*
Y : *Non.*
I : *Bon, les oiseaux ça a 3 pattes ?*
Y : *Non.*
I : *Non, alors mon petit gars…*

Quelques minutes plus tard elle repasse voir l'avancement du travail de Younes (Figure 30) et celui-ci lui explique spontanément ce qu'il est en train de faire. Une nouvelle contradiction est pointée (au niveau de la représentation qui ne correspond pas à un animal possible) et le travail reprend.

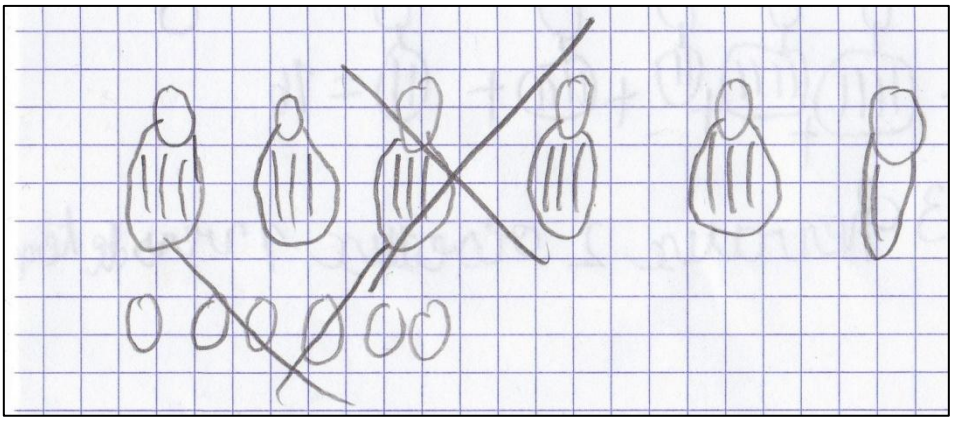


Figure 30 : Feuille de recherche de Younes (séance 6)

Après ces deux courtes interventions, l'enseignante s'installe à côté de Younes et l'accompagne jusqu'à la résolution complète du problème :

I : *Bon alors après il y en a combien là de pattes ?*
Y : *4.*
I : *Écris 4 en dessous allez. Voilà et là il y en a combien ?*
Y : *2.*
I : *2 donc la y'a combien de pattes en tout ?*
Y : *Heu y'a…*
I : *Ça plus ça, allez réfléchis !*
Y : *6.*
I : *Bon il y a 6 pattes et en tout il en faut combien des pattes ?*
Y : *16 il m'en manque…*
I : *16 alors il t'en manque combien ?*
Y : *Euh…*
I : *Là tu en as combien Younes ? Tu viens de me le dire.*
Y : *6.*
I : *6, et pour aller à 16... Bon alors continue à dessiner des pattes, il faut que tu en aies 16 en tout. Donc là tu en as 4 plus 2, 6, allez continue. Là tu vas dessiner combien ?*
Y : *4.*
I : *Vas-y lance toi mon gars ! Ben vas-y écris, là tu vas écrire le signe qu'il faut. Quand on ajoute, qu'est-ce qu'on écrit comme signe ? Voilà et qu'est-ce que tu vas écrire comme signe, quand on ajoute ? Tu ne connais pas le signe ? C'est quoi comme signe ça. Allez ah ben oui. Donc ça ça fait combien ? Ça y en a combien là déjà ? Combien tu as de pattes déjà ? Compte combien tu as de pattes déjà.*
Y : *4 plus 4 ça fait 8.*
I : *Oui*
Y : *Plus deux ça fait 10.*
I : *Oui, il en faut encore combien pour aller à 16 ?*
Y : *Encore…*
I : *Tu as déjà dessiné 10 pattes, alors il en faut combien encore ?*
Y : *Il en faut encore…*
I : *Ben vas-y dessine mon grand, dessine. Voilà, tu en as dessiné combien ? Vas-y entoure. Qu'est-ce que tu vas écrire ? Voilà, et là ? Donc ça fait combien tout ça en tout ? 4 plus 4 plus 2 tu m'as dit que ça faisait combien ?*
Y : *Ça fait 10*
I : *Bon alors ça plus ça ?*
Y : *10 plus 4 est égal 14.*

I : *Est égal à 14. Alors après il t'en manque combien ? Vas-y continue très bien, voilà tu entoures. Là tu en as dessiné combien ?*
Y : *2.*
I : *Très bien alors qu'est-ce que tu vas écrire ?*
Y : *2.*
I : *Voilà, donc là tu as combien de pattes déjà en tout ? 4 plus 4 plus 2 on a dit que ça faisait…*
Y : *4 plus 4 plus 2 on a dit que ça faisait 10*
I : *Voilà donc plus…*
Y : *Plus 4 est égal 14.*
I : *À 14, plus 2 c'est égal…*
Y : *Plus 2 est égal à 16.*
I : *Bon ben voilà regarde au début... Non stop ! Oui écris 16 pattes et…et il fallait 16 pattes.*
Y : *Et le ver de terre il n'a pas de pattes.*
I : *Excellent mon petit Younes ! Bon alors maintenant, il faut que tu écrives le nombre de chevaux, le nombre d'oiseaux et le nombre de vers de terre. Combien as-tu de chevaux là ? Combien as-tu créé de chevaux ?*
Y : *3.*
I : *Oui tu écris 3, voilà. C'est écrit là, tu vois que tu-y arrives.*

On peut constater ici que Younes a surtout besoin d'être aidé pour persévérer et ne pas perdre le but. Il semble à l'aise avec les calculs additifs à mener, mais n'arrive pas à trouver les compléments (six pour aller à seize, dix pour aller à seize) sauf le dernier qui est proche (quatorze pour aller à seize). Il fait maintenant bien le lien entre les associations tête/pattes et les animaux correspondants et il montre par sa remarque finale (*« Et le ver de terre il n'a pas de patte »*) qu'il a bien compris le problème ce qui était loin d'être évident lors des séances précédentes.

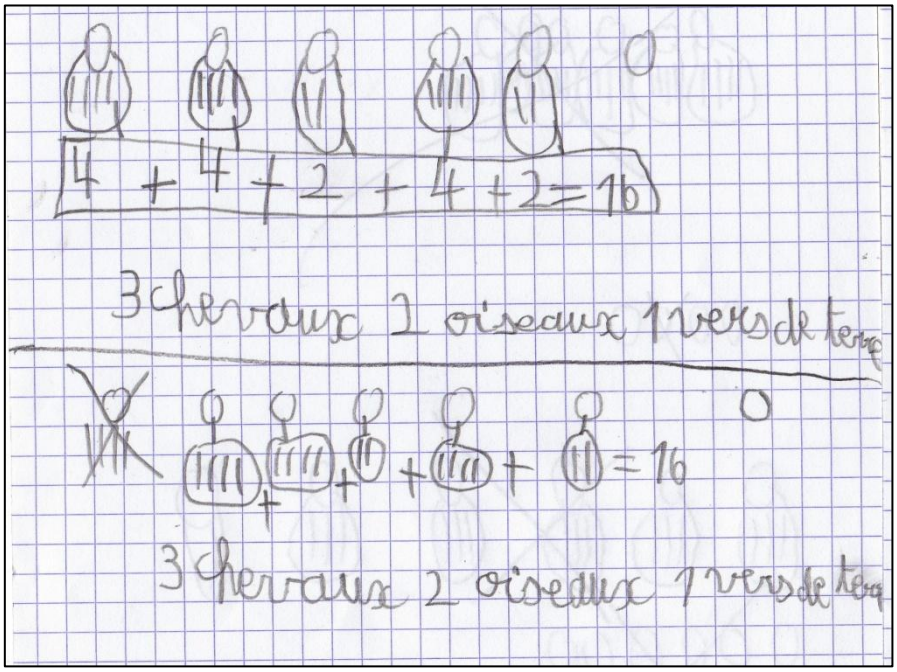


Figure 31 : Feuille de recherche de Younes (séance 6)

Voici le résultat (Figure 31), ensuite il l'a soit recopié en dessous, soit retrouvé seul en cherchant une nouvelle solution. Il s'est de plus porté volontaire pour présenter sa solution au tableau lors de la mise en commun (ce qui n'est pas dans ses habitudes) et a su présenter sans aide ce qu'il avait trouvé (cf. photo annexe 6)

Ici l'accompagnement d'Isabelle se déroule en trois temps :

- Elle pointe une contradiction avec les données (nombre de pattes).
- Elle pointe une contradiction entre l'interprétation du dessin et l'énoncé (animal à trois pattes).
- Elle accompagne Younes jusqu'à la résolution complète.

Les deux premières interventions sont classiques pour Isabelle et la troisième plus exceptionnelle, spécifiquement utilisée avec des élèves rencontrant des difficultés. Cet accompagnement a consisté en un allègement de la tâche (Bruner, 1983), Isabelle gère pour lui l'enchaînement des différentes actions à mener mais en le laissant relier et interpréter les données et déduire la solution.

Avec Younes, la stratégie de l'enseignante n'a pas fondamentalement changé par rapport à celle mise en œuvre auprès des élèves n'ayant pas particulièrement de difficulté : inviter à se lancer, à s'exprimer, à réfléchir seul, interroger sur ce qui est déjà fait, rappeler les données, pointer les erreurs et encourager à continuer. Elle privilégie aussi des interventions courtes quitte à en faire plusieurs auprès du même élève dans une séance donnée. Elle n'abandonne pas non plus les questions ouvertes. La seule vraie différence est la dernière intervention où elle prend le temps d'accompagner pas à pas Younes vers la résolution complète du problème, mais seulement quand il a franchi toutes les étapes nécessaires pour pouvoir en bénéficier.

Concernant l'accompagnement de cet élève en difficulté, Isabelle prend en compte deux exigences essentielles :

- Laisser l'élève faire et expérimenter par lui-même avec un minimum d'aide, en respectant ainsi sa façon d'envisager son enseignement.
- Faire réussir l'élève car c'est en réussissant des problèmes qu'il pourra progresser en résolution de problème comme le dit Julo (1995).

Cette façon de procéder permet probablement de se maintenir dans la ZPD de l'élève en ne lui apportant pas trop précocement une aide qui ne lui servirait pas ou qui risquerait de lui permettre de

trouver la solution sans qu'il ait construit une démarche. Il est très complexe de déterminer exactement la ZPD d'un élève donné mais on peut penser que la façon dont Isabelle accompagne Younes est un moyen d'y rester. Nous voyons dans cet exemple que l'élève s'approprie petit à petit ce qui lui est nécessaire pour construire une démarche permettant de résoudre le problème. L'enseignante prend le risque en procédant ainsi de ne pas suffisamment étayer l'élève pour lui permettre d'avancer et de provoquer du découragement. Ici on peut penser qu'Isabelle connait bien Younes et a su repérer efficacement les indices qui lui ont permis de bien doser ses interventions. Il convient aussi de ne pas oublier qu'outre les interventions de son enseignante qui lui sont personnellement adressées, Younes a pu bénéficier des phases d'appropriation, des mises en commun, de l'observation du travail de ses voisins, voire de moments d'accompagnement destinés à d'autres élèves proches de lui dans la classe ; c'est le déroulement des séances dans leur ensemble qui a eu un effet sur son activité.

Younes a bien progressé au cours de ces quatre séances. Il a commencé par une ébauche de représentation graphique des données du problème avec leur addition non pertinente, puis il s'est montré capable de différencier et d'organiser ces éléments, de commencer à les associer, de prendre en compte les différentes contraintes tout en abandonnant l'addition des nombres de l'énoncé. De plus il a réussi à avancer sa recherche de façon autonome entre deux interventions de l'enseignante lors de la dernière séance analysée. Enfin, il a montré au terme de l'accompagnement final de son enseignante qu'il a bien saisi les différents éléments mis en œuvre par sa remarque concernant le ver de terre, et cela malgré l'aide pas à pas (tutelle) dont il a bénéficié.

Le post-test confirme que Younes a progressé puisqu'il a réussi les problèmes 1, 2 et 4, alors qu'il n'avait réussi que le 1 au pré-test (cf. annexe 7). Cette façon de faire s'avère donc efficace dans le cadre d'une classe non-ZEP, avec cet élève et cette enseignante.

6.3.5.2 Dans la classe de Violaine

Comme nous n'avons pu mener d'entretien avec Violaine les interprétations faites ici ne sont que des hypothèses et nous espérons qu'elles ne trahissent pas son travail et ses intentions.

Pendant le temps de recherche, les interventions de Violaine sont moins nombreuses et plus longues que celles d'Isabelle. Elle vérifie que chaque élève a bien les données et un point de départ pour chercher avant de le laisser continuer seul. Comme Isabelle, elle demande à l'élève de lui expliquer ce qu'il a commencé à faire, vérifie avec lui que cela correspond bien aux données du problème et pointe les erreurs et contradictions éventuelles.

Voyons à travers un exemple comment elle procède et comment l'élève réagit. Nous avons choisi Téo car c'est le seul élève à avoir été aidé dans trois séances sur les quatre étudiées (il était absent à la séance « chameaux et dromadaires »). Téo est un élève en difficulté, il n'a réussi aucun problème dans le pré-test (ce qui est le cas de 10 élèves sur les 22 de la classe) et un seul dans le post-test (le problème 3 cf. annexe 8). C'est un enfant intelligent qui présente plus particulièrement des difficultés d'ordre comportemental, il a du mal à se plier aux contraintes scolaires.

Voici donc l'intervention de Violaine auprès de Téo pendant le travail sur le problème des poules et des lapins (séance 3).

V : *Alors Téo est-ce qu'il faut faire, les petites oreilles les p'tits yeux tout ça est-ce que ça va t'aider à résoudre le problème, non peut-être pas, alors fait des têtes plus voilà... Voilà très bien OK donc là tu as dessiné 5 lapins. Maintenant ce lapin il a combien de pattes ? On a dit qu'un lapin...*
T : *4 pattes*
V : *Dessine des pattes*
T : *Heu une patte à l'avant une pâte à l'arrière ?*
V : *4 pattes hein.*
T : *2 pattes à l'avant et 2 pattes à l'arrière.*
V : *Alors comment tu vas faire ? Vas y montre-moi.*
T : *Je vais faire comme ça*
V : *Attention parce que, attention parce que tu as 5 animaux à faire là. Là regarde, peut-être que tout simplement tu pourrais faire là 4 pattes, lui tu vas lui en mettre combien ?*
T : *4.*
V : *Vas-y et lui ? Tu vois c'est un peu serré là ton dessin, fais attention tu vas te mélanger après. OK lui tu vas lui en mettre combien des pattes ? OK et lui ? En tout y'a combien de pattes ? On a dit ?*
T : *Ben 12… 20.*
V : *Téo y'a combien de pattes en tout ?*
T : *5.*
V : *Non regarde ! 16 pattes. Tu en as trouvé combien toi en faisant 5 lapins ? 20 pattes ah, alors cherche chut. Alors vas y continue de chercher. Avance toi tu es sur la bonne voie Téo.*

Ici Violaine lui donne des conseils pour gérer une représentation graphique claire et efficace, elle accompagne l'élève dans cette représentation, lui demande ensuite de redire une des contraintes (le nombre de pattes) et suite à deux erreurs, la lui rappelle. Elle pointe ensuite l'inadéquation du nombre de pattes trouvé avec le nombre demandé. Elle termine son intervention en l'incitant à chercher tout en l'encourageant.

Elle retourne le voir un peu plus tard.

V : *Chut, attends Téo est-ce que tu as avancé un petit peu ?*
T : *Oui.*
V : *Qu'est-ce que tu m'as fait ? T'as pas changé ta réponse ? Alors tu as 5 lapins il y a vingt pattes est -ce-que ça correspond à l'énoncé ?*
T : *Non.*

V : *Non y'a que 16 pattes Téo. Qu'est-ce que tu pourrais faire ? Tu as, tu es sur la bonne, tu es sur la bonne voie hein Téo. Combien de pattes de trop là ? Toi tu en as trouvé 20, en tout y'en a 16. Tu en as mis combien en trop ?*
T : *16.*
V : *Non pas 16. En tout il en faut 16 et toi tu en as mis 20. Combien il y en a en trop ? 16 pour aller à 20 il y a combien ? T'as mis 4 pattes de trop. Alors essaye de réfléchir.*

Elle lui rappelle qu'il doit changer sa réponse, qu'il a représenté trop de pattes, elle lui demande combien il y en a en trop et devant sa réponse inappropriée lui donne la réponse. Elle continue de l'encourager et l'incite à revoir sa réponse.

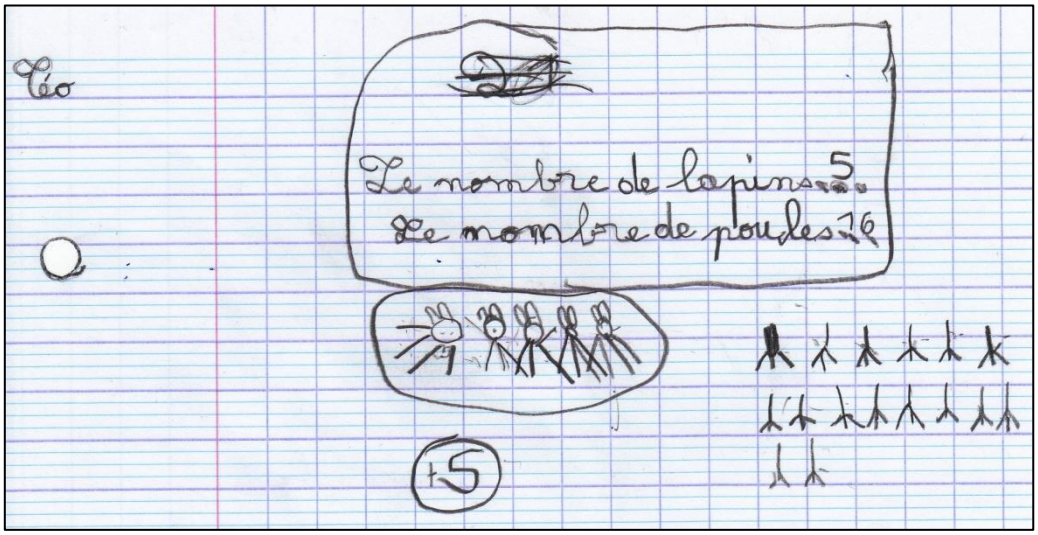


Figure 32 : Feuille de recherche de Teo (séance 3)

Sur la feuille de recherche de Téo (Figure 32), on voit tout d'abord écrit puis barré le nombre 21 qui correspond à l'addition des deux nombres de l'énoncé. Il a complété les éléments de phrases réponses (écrits au tableau) avec les deux nombres de l'énoncé. On voit aussi seize pattes de poules et cinq lapins (dans un premier temps il n'avait dessiné que les têtes des lapins) ; il a représenté les deux nombres de l'énoncé en lien avec les deux animaux présents dans l'énoncé. Il n'a manifestement pas continué à chercher après l'intervention de son enseignante. On peut penser qu'il n'a pas saisi ce qu'il devait chercher exactement.

La séance suivante où Téo était présent est la première sur l'animal imaginaire (séance 5).

V : *Alors qu'est-ce que tu as fait toi Téo ?*
T : *J'ai un ver de terre, j'ai un oiseau et puis un cheval.*
V : *D'accord, tu as combien de têtes pour l'instant ?*
T : *3.*
V : *Il en faut ?*

T : *16.*
V : *Non, les têtes, regarde. Regarde au tableau.*
T : *Où ?*
V : *Là, où c'est écrit têtes, le nombre qui est devant têtes.*
T : *6.*
V : *Oui, il faut 6 têtes. Toi tu en as combien ?*
T : *3.*
V : *Alors qu'est-ce qu'il faut faire ?*
T : *Il me reste 3.*
V : *Il en manque 3 d'accord.*

Téo a dessiné un animal de chaque sorte sans autre procédure, Violaine lui demande donc combien de têtes il doit y avoir et Téo confond avec le nombre de pattes. Elle l'aide donc à retrouver le nombre de têtes nécessaire dans ce qui est écrit au tableau, lui demande combien il lui en manque et approuve sa réponse. Elle le laisse et revient un peu plus tard.

V : *Et toi, qu'est-ce que tu as trouvé Téo ? Alors tu as dessiné combien de têtes finalement ?*
T : *6.*
V : *6. Combien de pattes en tout ?*
T : *Euh, j'en ai mis une de trop alors j'ai barré, sans faire exprès j'ai fait un trou…*
V : *Oui, ça c'est pas grave. D'accord. Mais donc ça veut dire que tu as enlevé une patte à un cheval. Ça veut dire que le cheval il a 3 pattes, c'est possible ça un cheval qui a 3 pattes ? Est ce que tu peux enlever une patte à un cheval ?*
T : *Oui.*
V : *Non, là on est dans la réalité, Téo sois sérieux 2 secondes. Est ce qu'on peut enlever une patte à un cheval ?*
T : *Oui, lui couper.*
V : *On peut pas lui couper une patte à un cheval, un cheval a 4 pattes. Est ce que tu peux lui enlever une patte comme ça ? Non, ben non, tu peux pas, un cheval à 3 pattes ça n'existe pas.*
T : *Sauf si…*
V : *C'est que l'animal imaginaire qui n'existe pas, un cheval ça existe bien, ça a 4 pattes on l'a dit. On n'a pas le droit de lui mettre 3 pattes au cheval.*
Autre élève : *C'est que les chevals de la guerre qui ont 3 pattes.*

Téo a complété son dessin de façon à avoir six têtes et en réponse à la question de Violaine sur le nombre de pattes il explique qu'il a fait un trou et affirme que l'on peut avoir un cheval à trois pattes. Nous ignorons ici quelle est la part de l'intention de détourner l'échange de la tâche et/ou le problème de compréhension rencontré par l'élève. L'enseignante a le souci de faire référence à la réalité pour déterminer le possible/pas possible malgré la difficulté de la présence d'un animal imaginaire dans l'énoncé.

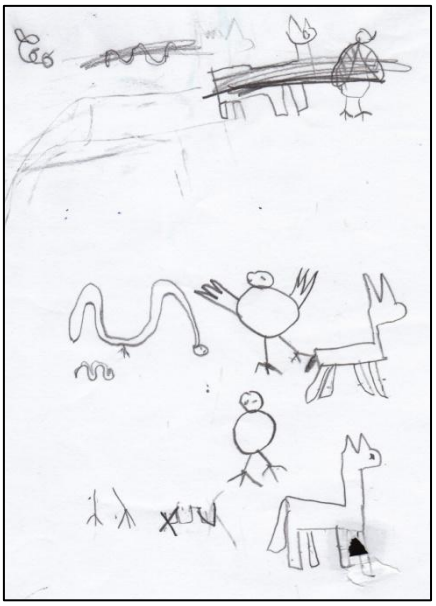


Figure 33 : Feuille de recherche de Téo (séance 5)

Sur la feuille de Téo, on constate son souci d'avoir six têtes et seize pattes ; de plus cette fois-ci il a tenté d'associer têtes et pattes. Mais outre le problème du cheval à trois pattes, on a un ver de terre avec une patte et quatre pattes isolées.

Voyons maintenant comment se déroule le travail de Téo à la séance suivante (séance 6 toujours sur le problème de l'animal imaginaire).

V : *Alors Téo tu m'écris la réponse que tu as trouvée ?*
T : *22.*
V : *22 quoi ?*
T : *22 en tout.*
V : *Tu as fait 16 plus ? Tu as additionnes des pattes et des têtes ?*
T : *Oui.*
V : *Et tu vas trouver quoi si tu mets des pattes et des têtes ensemble ?*
T : *Rien.*
V : *Ben oui, la réponse c'est combien d'animaux en tout et quels animaux. On peut pas mettre ensemble des pattes des têtes, ça ne fait ni des pattes ni des têtes ça fait rien du tout. D'accord ? Par contre tu as dessiné quoi comme animaux ?*
T : *6 têtes… d'oiseaux…*
V : *Tu as bien dessiné 6 têtes je les vois. Et puis c'est quoi ces animaux que tu as dessinés ?*
T : *16 pattes.*

Téo a additionné les deux nombres de l'énoncé ; Violaine lui dit que cela ne correspond à rien. Elle s'enquiert ensuite de ce qu'il a dessiné comme animaux et Téo répond à côté en donnant le nombre de têtes et de pattes.

V : *16 pattes ? Alors recompte les pattes s'il te plaît.*
T : *1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.*
V : *Et c'est quoi ces animaux là ?*
T : *Rien je les ai pas dessinés parce qu'après ça fait trop de têtes.*
V : *Et c'est quoi ces animaux ? Ah... Tu les as pas dessinés parce que ça fait trop de têtes. Donc tu as dessiné les 16 pattes, tu as dessiné les six têtes, mais il y a deux animaux qui n'ont pas de tête. C'est possible ça, des animaux sans tête ?*
T : *Non, mais j'ai pas envie d'avoir pas bon.*
V : *Je comprends bien mais alors qu'est-ce que tu pourrais faire pour changer la solution ? La situation ? Tu as le bon nombre de pattes, tu as le bon nombre de têtes, le seul problème c'est que tu as 2 animaux sans tête. Alors est-ce que tu penses que du coup 6 oiseaux c'est possible ? Peut-être que 6 oiseaux c'est pas possible, peut-être tu peux utiliser d'autres animaux pour arriver à 16 pattes.*
T : *Des vers de terre.*
V : *Ben je ne sais pas, essaie de trouver autre chose.*

L'enseignante lui demande de compter les pattes, et l'interpelle à propos d'animaux sans tête. Téo se justifie en expliquant que s'il leur met des têtes il y en aura alors trop. On retombe une fois de plus sur un problème de possible/impossible et Téo justifie cet impossible par l'envie « d'avoir bon » (en respectant les deux contraintes de l'énoncé). Violaine essaie de l'aiguiller sur le fait qu'avec six oiseaux cela n'est peut-être pas possible et l'invite à essayer autre chose.

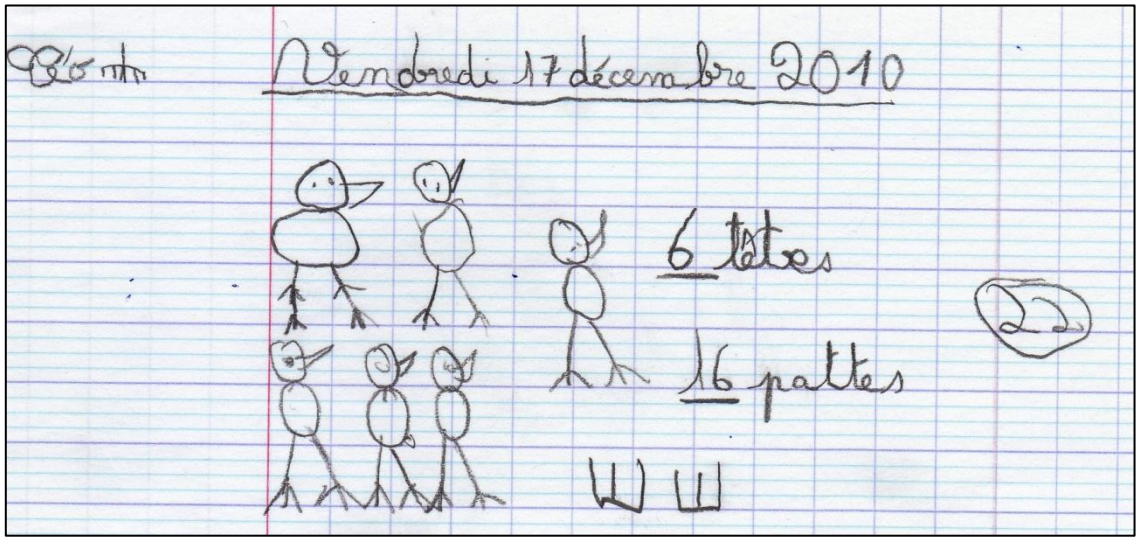


Figure 34 : Feuille de recherche de Téo (séance 6)

Sur sa feuille de recherche (Figure 34) on voit que Téo a cette fois-ci tenu compte des deux contraintes à la fois (six têtes et seize pattes), par contre il n'a pas réussi à modifier sa solution pour qu'elle soit cohérente, ou peut-être n'a-t-il pas essayé. La somme des deux nombres de l'énoncé est encore présente.

Violaine a le souci d'accompagner Téo en lui rappelant les données utiles, les contraintes et en donnant des conseils méthodologiques ou d'organisation. Elle le laisse chercher en s'assurant que l'élève a une piste pour continuer mais sans grand succès. Téo semble avoir du mal à reprendre la recherche en se servant des indications que lui a données son enseignante.

Téo semble progressivement mieux prendre en compte les différentes contraintes mais il a du mal à tout concilier et à abandonner l'addition des deux nombres de l'énoncé. Il a des difficultés à gérer à la fois les contraintes du problème et les références au réel, ce qui est compliqué ici par la présence d'un animal imaginaire. Il montre néanmoins un désir de réussir, il veut « avoir bon ». Contrairement à beaucoup d'autres élèves de la classe, il n'arrive pas à abandonner une représentation graphique figurative des animaux au profit d'une représentation plus symbolique qui serait plus facile à modifier pour s'adapter aux contraintes de l'énoncé.

Il nous semble que le problème noté chez Téo entre le réel et l'imaginaire, la difficulté de mener une démarche abstraite en référence à du concret, est une particularité des élèves de la classe de Violaine. Un autre exemple d'accompagnement d'un élève est à même d'illustrer cet aspect. Il s'agit d'Axel, un élève inhibé qui a tendance à « se faire oublier » et à ne rien faire, il était absent lors du pré-test et n'a réussi aucun problème au post-test (cf. annexe 9).

Cet épisode a eu lieu lors de la séance 8, la première sur le problème « Tous les doigts de l'école » juste avant la mise en commun. Les élèves devaient commencer à aborder ce problème en cherchant combien il y a de doigts dans la classe, beaucoup se sont levés et se sont aidés des places des élèves pour compter de dix en dix ; Axel, comme il le fait souvent, est resté sans rien faire.

V : *Ben alors Axel ?*
A : *Je veux compter les doigts mais les doigts des enfants ils bougent trop !*
V : *Les doigts des enfants bougent trop, ah ! Les enfants, on va aider un petit peu Axel là. Axel il a un problème, c'est qu'il arrive pas à compter les doigts parce qu'il dit que les enfants ils bougent trop. Alors il arrive pas à compter les doigts parce que tout ça ça bouge beaucoup trop pour lui. Alors, est-ce qu'on pourrait pas lui donner une petite astuce, est-ce-que c'est grave que les doigts bougent ?*
Élèves : *Non !*
V : *Est-ce-que ça nous empêche de compter les doigts ? Alors, pour éviter… on va jouer le jeu et on va aider rapidement Axel et il va passer vous voir. Vous posez tous vos crayons et vous arrêtez de bouger vos doigts, parce qu'il aime pas quand les doigts bougent, il peut pas compter. Mais après tu écouteras Axel qu'il y avait une façon peut-être un petit peu plus rapide de trouver. Tout le monde lève ses doigts. Alors par contre il va falloir qu'on soit 22, là y'a que 21 enfants assis, il va falloir ne pas oublier, et puis il va falloir compter les doigts de qui aussi ?*
A : *(inaudible)*
V : *Ben oui, de toi-même, tu comptes aussi. Donc là on va commencer par toi, donc ça fait combien ça ?*

A : *1, 2…*
V : *10, allez levez bien vos doigts, les bougez plus surtout, 10…*
A : *11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30*
V : *On s'arrête ! Donc tu as fait 10, et 10 encore ça fait combien ?*
A : *40.*
V : *Non. 10 plus 10 ?*
Un élève : *20 !*
A : *20.*
V : *Voilà, on va aller plus vite comme ça. 10, 20*
A : *20, 30… 40*
V : *40, allez on continue ! 40, on y va !*
A : *50, 60, 70, 80, 90, 100*
V : *100.*
A : *200…*
V : *Attends, 100, après 100 ?*
A : *200.*
V : *200 ?*
Élèves : *110.*
A : *110.*
V : *110. Allez on continue.*
A : *120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190… 190, 200, 201…*
V : *201 ? Il a que 1 doigt ?*
A : *220.*
V : *Il a 20 doigts ? T'étais à 200.*
Élève : *210.*
A : *210.*
V : *210 c'est bon ? Sauf qu'on a dit quoi ? Il manque un enfant, donc s'il manque un enfant… Il a combien de doigts l'enfant ?*
A : *10.*
V : *Donc 210…*
A : *220.*
V : *Alors rapidement tu écris ta réponse, 220 doigts.*
A : *(inaudible)*
V : *Comment on écrit 220 ? Ça on va le voir tout de suite.*

On voit ici que pour Axel, se « décoller » du réel est difficile, il sait qu'il a dix doigts mais commence par les compter un par un, il sait manifestement compter de dix en dix (du moins jusqu'à cent) mais ne l'utilise pas spontanément, il a vu ses camarades de classe se lever et s'aider des places pour compter ou représenter les élèves de la classe sur leur feuille de recherche mais ne les imite pas. Il n'a pas pu s'emparer sans accompagnement de ces éléments pour essayer une démarche, restant sur une impossibilité « à première vue » de compter un par un des doigts en mouvement.

Violaine lui permet de mener à bien la tâche de la seule façon dont il arrive à l'envisager, c'est-à-dire très concrètement avec un dénombrement de un en un. Elle le guide donc pas à pas, avec la participation des autres élèves de la classe, en l'amenant à utiliser ce qu'il sait (compter de dix en dix) et en lui apportant ce qu'il ne maîtrise pas encore (compter de dix en dix au-delà de cent). Elle crée

ainsi, pour Axel et pour les autres élèves de la classe, des liens de façon explicite entre des concepts quotidiens et scientifiques.

Nous ignorons si Axel a progressé suite à cette aide puisqu'il a été absent lors des deux autres séances sur ce problème.

Nous tenons à préciser que ces deux élèves, particulièrement en difficulté dans une classe ZEP, ne sont pas représentatifs de leur classe ; en effet de nombreux élèves de la classe de Violaine ont beaucoup progressé comme le montrent les résultats du chapitre 4. Nous avons choisi ces élèves uniquement parce qu'ils illustrent bien les difficultés rencontrées.

6.3.6 Ce que nous apprend l'observation des pratiques des enseignantes et du travail des élèves

Nous avons constaté qu'il est très difficile de rendre compte de la complexité des interactions qui se déroulent dans ces classes pendant les séances de problèmes ouverts et avons renoncé à trouver les mécanismes permettant aux élèves de progresser. Nous allons néanmoins tenter d'en tirer quelques enseignements.

Tout d'abord nous constatons que les enseignantes doivent prendre en compte de nombreux éléments, certainement beaucoup plus que dans le cadre d'un exercice scolaire plus classique. Elles sont amenées à veiller à la fois à l'engagement des élèves dans la tâche, à leur compréhension de l'énoncé et à leur mise au travail (tout en leur laissant un maximum de marge de manœuvre). De plus, elles ne peuvent prévoir facilement les difficultés qui vont être rencontrées, les propositions que vont faire les élèves, la démarche que chacun va mettre en œuvre etc. Même si cela est difficile à observer directement, il parait évident que leur capacité d'overlapping est particulièrement sollicitée. Les problèmes ouverts permettent de travailler à la fois la posture par rapport aux mathématiques et le contenu ; en effet, on observe chez les deux enseignantes un souci de susciter chez les élèves le goût de la recherche sans perdre de vue les connaissances mathématiques à mettre en œuvre. C'est probablement pour toutes ces raisons que ces séances semblent permettre d'éviter certains écueils observés en REP qui conduisent à une simplification des tâches qui leur fait perdre leur sens.

Par ailleurs, la façon dont Isabelle accompagne Younes nous montre qu'il est possible, dans le cadre d'un travail sur les problèmes ouverts, d'aider a minima un élève même en difficulté, de le laisser se

confronter à l'incertitude et à la difficulté (avant de l'accompagner davantage) tout en lui permettant de progresser. Nous ne pouvons néanmoins généraliser mais il serait intéressant de chercher à savoir à quelles conditions cela est possible.

Enfin, les difficultés rencontrées par Téo et Axel de la classe de Violaine mettent en évidence le fait que ces séances de problèmes ouverts permettent de travailler les liens entre le réel et l'imaginaire, ce qui est possible ou impossible, ce que sait l'élève et ce qu'il est capable d'utiliser. Ce qui est rendu visible ici avec ces élèves ZEP particulièrement en difficulté est probablement à l'œuvre chez tous les élèves confrontés à des problèmes ouverts.

7 DISCUSSION

Nous allons maintenant reprendre les principaux résultats obtenus, voir comment ils pourraient être complétés dans un travail ultérieur et quelles pistes ils ouvrent pour une formation des enseignants à la gestion des problèmes ouverts et pour une meilleure compréhension de l'efficacité des problèmes ouverts.

7.1 DES PISTES POUR UNE FORMATION À LA GESTION DES PROBLÈMES OUVERTS

Nos résultats ont montré que certains points de progression des élèves semblent persister au-delà des différences de gestions (gestion experte et gestions volontaires). Dans les deux cas, les élèves qui ont travaillé sur des problèmes ouverts ont une meilleure représentation des problèmes quand ils sont suffisamment difficiles mais pas trop (dans la ZPD des élèves) et quand il reste une marge de progression suffisante et ils produisent davantage de réponses exactes ; ils ont donc une meilleure gestion des opérations et de la mise en forme des résultats, toujours pour les problèmes n'étant pas au-delà de leur ZPD. On pourrait donc penser que ces progrès sont intrinsèquement liés à l'activité « problèmes ouverts », au-delà des différences de personnes et de gestion. Il convient néanmoins de ne pas oublier que les enseignantes qui ont mené ces séances, étaient volontaires et ont toutes deux eu un même modèle qui est la gestion de l'enseignante experte.

On ne peut donc généraliser ce résultat à tout enseignant, notamment s'il se retrouvait « contraint », sans sensibilisation ou formation, de gérer des séances de problèmes ouverts. En effet, suivant la façon de gérer la séance, un problème ouvert peut très vite devenir une situation ingérable si l'enseignant ne sait pas comment installer le contrat de départ et mener les différents temps, ou se transformer en situation fermée.

De plus, nous avons vu dans la suite de la recherche que les gestions de ces deux enseignantes se ressemblent beaucoup : elles parlent plus que leurs élèves, questionnent beaucoup (avec plus de questions fermées que de questions ouvertes), interviennent énormément sur l'aspect « mise en œuvre », encouragent plus qu'elles ne désapprouvent et guident davantage qu'elles n'invitent à anticiper. Certaines de ces similitudes confirment d'autres résultats de recherche et pour d'autres, comme la proportion de questions ouvertes et fermées, nous n'avons pas trouvées de références permettant de comparer. Il y a néanmoins inévitablement un mélange de ressemblances « classiques » communes à beaucoup d'enseignants quelle que soit la situation d'enseignement (plus de prises de parole de l'enseignant, un accompagnement entre tutelle et médiation…) et des

éléments spécifiques à la situation « problèmes ouverts ». Pour faire un tri il faudrait comparer ces séances de « problèmes ouverts » à d'autres types de séances menées par les mêmes enseignantes.

De plus, ces ressemblances ne sont pas surprenantes puisque les deux enseignantes suivent le même modèle, celui de l'enseignante experte, et cela joue peut-être bien davantage que les contraintes liées à l'activité « problèmes ouverts ». Pour vérifier cet aspect il aurait fallu étudier de la même manière les interactions en classe avec l'enseignante experte l'année précédente.

Ce que nous pouvons dire en l'état actuel de ce travail, c'est qu'il est possible de former des enseignants à la gestion de problèmes ouverts si les conditions suivantes sont réunies :

- Les enseignants ont constaté que la pratique des problèmes ouverts est bénéfique pour leurs élèves.
- Ils ont pu assister à des séances de problèmes ouverts menées par un enseignant expert.
- Ils sont volontaires et accompagnés ensuite pour se lancer.

Cela donne des pistes possibles pour la formation des enseignants, avec néanmoins la question qui reste en suspens de savoir comment on pourrait procéder pour former des enseignants qui ne seraient pas volontaires. En effet, nous pensons que les enseignantes qui ont accepté l'ont fait parce qu'elles se sentaient capables de mener ces séances, et avaient donc déjà les qualités nécessaires pour gérer ces séances comme par exemple une bonne capacité d'overlapping. De plus il nous semble indispensable que le travail sur les problèmes ouverts corresponde à leur façon de concevoir l'enseignement ou au moins n'entre pas en contradiction avec celui-ci.

À ce stade nous pouvons faire deux hypothèses :

- Les enseignantes ont accédé à des pratiques nouvelles grâce au modèle de l'enseignante experte et aux contraintes internes de la situation « problèmes ouverts ».
- Les enseignantes avaient déjà une pratique respectant les contraintes de la situation et ont été volontaires car elles s'en sentaient capables car elles avaient déjà les compétences/envies/capacités pour le faire.

Il peut aussi s'agir d'un mélange des deux hypothèses, à savoir qu'elles avaient déjà des prédispositions et que le dispositif proposé a été pour elles une occasion à saisir pour enrichir et faire évoluer leurs pratiques.

Isabelle a précisé lors de l'entretien qu'assister l'année précédente aux séances menées par l'enseignante experte lui a permis de « désacraliser » les mathématiques avec lesquels elle ne se sent pas forcément à l'aise, de reconnaître dans la gestion des problèmes ouverts la démarche de

questionnement qu'elle met en place en français (sa discipline de prédilection) et de se sentir capable de le faire. On peut donc penser, que pour mener ces séances, Isabelle s'est servi du modèle de la gestion experte pour oser se lancer en transférant ce qu'elle maîtrise déjà bien dans une autre discipline. Elle dit aussi que la recherche menée lui a permis de réfléchir à sa pratique.

7.2 MIEUX COMPRENDRE L'EFFICACITÉ DES PROBLÈMES OUVERTS

Comme cela est souvent le cas dans le cadre des Sciences de l'Éducation, c'est l'étude des élèves les plus en difficulté qui permet de mieux saisir ce qui est à l'œuvre dans les situations de problèmes ouverts.

Les différences de gestion observées entre la classe ZEP et la classe non-ZEP sont un questionnement plus ouvert dans la classe non-ZEP qui logiquement favorise l'expression des élèves (davantage d'explications et moins de réponses) et un temps plus long consacré en classe ZEP à la phase d'appropriation du problème au détriment du temps accordé aux deux autres phases (phase de recherche et phase de mise en commun). Il est cependant difficile de savoir si ces différences sont liées au public ZEP ou non-ZEP ou à la façon de procéder de chaque enseignante. Pour trancher, il faudrait avoir étudié les gestions de l'enseignante experte l'année précédente qui a géré les séances de problèmes ouverts avec les deux types de classe pour voir si l'on pouvait constater des différences du même ordre.

Nous avons néanmoins constaté des progrès similaires dans les deux types de classe (avec des nuances liées aux différences de niveau des élèves) que les séances de problèmes ouverts semblaient permettre d'éviter certains écueils typiques de la pratique des enseignants de REP (Butlen et al., 2002) et il nous semble que ces séances pourraient contribuer à réduire les écarts entre des classes de niveau différents (cf résultats du 1er dispositif p. 17) ou au moins éviter qu'ils ne se creusent.

En analysant plus particulièrement l'accompagnement d'élèves en difficulté dans les deux classes, nous avons pu en tirer deux enseignements. Tout d'abord, il est possible d'accompagner a minima un élève en difficulté, de ne le guider vers la solution qu'au bout de plusieurs séances, tout en lui permettant de progresser. Les problèmes ouverts, où chercher est premier par rapport à trouver la solution, pourraient favoriser une plus grande autonomie des élèves et permettre de les confronter à la difficulté et à l'incertitude. Isabelle dit explicitement chercher à déstabiliser ses élèves pour les amener à réfléchir par eux-mêmes, à « se débrouiller » avec ce qu'ils savent. Il est cependant très délicat, en observant des séances dans la classe, de saisir quels mécanismes sont à l'œuvre et comment doser efficacement l'étayage et l'autonomie pour permettre aux élèves de progresser. Il

nous semble néanmoins, à la lumière des difficultés rencontrées par deux élèves de la classe ZEP particulièrement en difficulté, que quelque chose de particulier se joue dans les séances de problèmes ouverts. En effet ces élèves montrent qu'ils ont des difficultés à différencier le « possible » de « l'impossible » et à lier leurs actions et leurs connaissances. Cela nous semble renvoyer à un problème d'interaction entre les concepts quotidiens (ou spontanés) et les concepts scientifiques de ces élèves (Vygotski, 1934) et la transformation nécessaire selon Vergnaud (1986) des théorèmes-en-actes en théorèmes et inversement. En effet, ces élèves ont des connaissances qu'ils ne savent pas quand ou comment utiliser (Axel sait compter de dix en dix et qu'on a dix doigts mais ne l'utilise pas pour dénombrer les doigts des élèves de la classe) et des savoirs faire qu'ils ont du mal à ajuster avec leurs connaissances (Téo peut représenter le nombre de têtes et de pattes demandés mais n'arrive pas à tenir compte en même temps de la contrainte de représenter des animaux qui existent). On sent aussi ici toute une problématique autour du concret et de l'abstrait, du réel et de la représentation.

Il nous semble que les problèmes ouverts peuvent être considérés comme des situations complexes au sens donné par Edgar Morin : *«Complexus signifie ce qui est tissé ensemble ; en effet, il y a complexité lorsque sont inséparables les éléments différents constituant un tout […] et qu'il y a tissu interdépendant, interactif et inter-rétroactif entre l'objet de connaissance et son contexte, les parties et le tout, le tout et les parties, les parties entre elles. La complexité, c'est, de ce fait, le lien entre l'unité et la multiplicité. […] Par conséquent, l'éducation doit promouvoir une " intelligence générale " apte à se référer au complexe, au contexte, de façon multidimensionnelle et dans une conception globale. »* (Morin, 2000, p. 17) En effet les problèmes ouverts permettent à la fois un travail sur la posture face aux mathématiques (et face à la démarche de recherche en général) et sur des contenus mathématiques qui doivent être mis en œuvre non de façon systématisée mais en contexte dans une situation non maîtrisée. Il s'agit bien dans la démarche des problèmes ouverts de se servir de ce que l'on sait déjà, de son « bon-sens » ; de se « débrouiller » comme le dit Isabelle, pour chercher une solution à un problème pour lequel on n'a pas à disposition une méthode de résolution experte. L'élève n'a pas, face à ces problèmes, des connaissances scolaires prêtes à appliquer mais des liens à construire entre des connaissances personnelles et des connaissances scolaires non optimales pour pouvoir résoudre du complexe.

Nous pensons que ce type de situation pourrait être idéal pour permettre ce travail de liens entre ce que l'élève sait (connaissances scolaire ou non-scolaires) et ce qu'il sait/peut mettre en œuvre. Les élèves en difficulté ont tendance par exemple à utiliser des règles d'action qu'ils n'ont pas forcément comprises et dont ils ne connaissent pas toujours le domaine de validité. Les problèmes ouverts les

amènent à construire les liens nécessaires. Selon Julo et Houdebine (1988, p. 11) *« pour une bonne préparation à la maîtrise des contenus présentés en cours, les activités doivent concerner des situations complexes ; il faut se méfier de la tendance très forte en pédagogie qui consiste à partir de cas simples pour faire comprendre des cas plus complexes ; si l'on veut que les élèves soient confrontés à de vrais problèmes (et c'est une nécessité absolue pour les élèves les plus en difficulté) il faut partir de situations riches et signifiantes. »* Cet aspect pourrait selon nous expliquer une réduction (ou du moins le non-creusement) des écarts entre les élèves ZEP et non-ZEP puisque les problèmes ouverts conviendraient tout particulièrement aux élèves en difficulté.

8 CONCLUSION

Dans notre recherche de Master 1, en partant de l'idée communément admise que « faire des mathématiques, c'est résoudre des problèmes » nous avons observé que travailler sur la résolution de problèmes ouverts avec des élèves de CE1 contribue à les faire progresser dans la résolution de problèmes additifs scolaires classiques. Nos résultats montrent que ce travail aide les élèves à se construire une représentation exacte et à mener une démarche jusqu'à la solution, dans le cas des problèmes qui sont dans leur Zone de Proche Développement. On peut aussi penser que les problèmes ouverts développent chez les élèves une attitude réfléchie puisqu'ils abandonnent l'addition systématique des deux nombres de l'énoncé qui parallèlement augmente chez les élèves des classes témoins. Il semble aussi que ce travail puisse contribuer à réduire les écarts entre deux groupes d'élèves de niveaux différents. Dans cette recherche faite à partir de séances menées dans quatre classes par une enseignante « experte en problèmes ouverts », il est néanmoins difficile de déterminer ce qui serait exclusivement dû à l'activité « problèmes ouverts » et ce qui relèverait de la compétence de l'enseignante experte renforcée par sa croyance en l'efficacité de ce type de démarche.

Pour déterminer si ses résultats sont reproductibles, nous avons donc reconduit le même dispositif avec des enseignantes volontaires (parmi celles ayant participé à la première phase de la recherche) mais non-spécialistes. Outre un pré-test et un post-test encadrant les séances, nous avons opté pour une observation participante en classe avec un enregistrement audio des séances et une récolte des travaux des élèves, pour pouvoir analyser les pratiques des enseignantes et le travail des élèves. L'étude des pré-tests et post-tests a montré une persistance des progrès des élèves avec une gestion plus ordinaire et ce, aussi bien pour des élèves non-ZEP que pour des élèves ZEP, pour des problèmes situés dans la ZPD des élèves et s'il reste une marge de progression suffisante. Il y a toutefois une non-confirmation de la diminution significative de l'addition systématique des nombres de l'énoncé, peut être due au faible effectif observé. Cet aspect mériterait une étude statistique sur un grand nombre d'élèves car cela montrerait, si l'on pouvait confirmer le résultat obtenu en Master 1, que la pratique des problèmes ouverts contribue à déconstruire le théorème-élève que l'on observe dès le CE1 qui consiste à additionner les deux nombres de l'énoncé quelque soit le problème posé ou dès que celui-ci est perçu comme compliqué.

Ensuite, nous avons étudié comment ces enseignantes volontaires procèdent pendant la phase de recherche pour accompagner les élèves afin de repérer les points communs et les différences de gestion entre les deux enseignantes qui s'adressent à des publics différents ZEP et non-ZEP. Nous

faisions l'hypothèse que les régularités renverraient aux contraintes de la situation « problèmes ouverts » et les différences à une adaptation au type d'élèves. Au cours du travail nous avons dû nuancer cette position devant les autres facteurs rentrant en ligne de compte, comme le fait que les deux enseignantes se réfèrent à un même modèle, celui de l'enseignante experte, et qu'elles ont une façon personnelle de concevoir leur enseignement (plus difficile à déterminer pour l'enseignante n'ayant pu faire d'entretien). Nous pensons néanmoins que l'importance accordée à la « mise en œuvre » par les deux enseignantes facilite la mise en action des élèves (mentale et concrète) et donc l'opérationnalisation indispensable pour la construction d'une bonne représentation d'un problème. Toutes deux incitent leurs élèves à essayer, à se lancer, à prendre le risque de se tromper, et la notion de jeu et de plaisir de la recherche sont omniprésents ce qui n'est probablement pas sans lien avec les problèmes ouverts et leur philosophie. D'autre part, malgré des différences observées dans les gestions des enseignantes ZEP et non-ZEP, il apparait qu'il est possible d'accompagner a minima un élève très en difficulté tout en le faisant progresser (élève de la classe non-ZEP mais ayant un profil ZEP) ; que les différences observées (quantité d'interventions enseignants/élèves, nombre de rappels des données, proportion de questions ouvertes et fermées) ne sont pas si grandes que cela et n'empêchent pas les élèves des deux classes de progresser. En effet, il semblerait même que l'activité « problèmes ouverts » permettrait d'éviter certains écueils typiques aux enseignants de REP qui ont tendance à dénaturer les situations d'apprentissage pour simplifier la gestion du groupe. Il faudrait néanmoins vérifier cette impression avec l'observation d'autres enseignants et tenter de déterminer si c'est la situation « problèmes ouverts » qui permet d'éviter ces écueils ou si ce sont les enseignants de ZEP qui évitent déjà ces écueils dans leur pratique en général qui sont volontaires pour mener des séances de problèmes ouverts.

Par ailleurs, notre recherche montre qu'il est possible de former des enseignants à la pratique des problèmes ouverts à certaines conditions : si ces enseignants ont constaté que travailler sur des problèmes ouverts est bénéfique pour les élèves, s'ils ont pu assister à des séances et voir que la gestion est particulière mais pas si difficile que ça, s'ils sont volontaires pour se lancer et s'ils sont accompagnés. Mais nous ignorons si ce dispositif pourrait être efficace avec des enseignants « non-volontaires », ou volontaires mais qui auraient une conception de l'enseignement qui entrerait en contradiction avec la démarche des problèmes ouverts.

L'analyse plus qualitative de la manière dont les enseignantes accompagnent leurs élèves ne nous a pas permis de déterminer quels mécanismes permettent aux élèves de progresser. Néanmoins, les difficultés rencontrées par certains élèves, particulièrement visibles dans la classe ZEP, laissent à penser que les problèmes ouverts permettent de travailler tout particulièrement les liens essentiels à

construire entre des concepts quotidiens suffisamment solides et les concepts scientifiques en construction à l'école ainsi que la transformation des théorèmes-en-actes en théorèmes et inversement. Nous pensons que cet aspect est essentiel et est à même d'expliquer pourquoi les problèmes ouverts font progresser les élèves. Probablement avons-nous là une piste intéressante à explorer pour permettre aux élèves les plus fragiles de progresser, à savoir travailler sur des problèmes ouverts qui permettent d'utiliser en contexte des connaissances et des savoirs-faire mathématiques, d'en tester l'utilité et la validité pour les fixer, les remettre en question ou en construire de nouveaux. Nous pensons que les problèmes ouverts, au-delà des contenus mathématiques auxquels ils donnent un contexte, font appel à l'intelligence générale des élèves.

« La connaissance, en cherchant à se construire par référence au contexte, au global, au complexe, doit mobiliser ce que le connaissant sait du monde. […]L'éducation doit favoriser l'aptitude naturelle de l'esprit à poser et à résoudre les problèmes essentiels et, corrélativement, stimuler le plein emploi de l'intelligence générale. Ce plein emploi nécessite le libre exercice de la curiosité, faculté la plus répandue et la plus vivante de l'enfance et de l'adolescence, que trop souvent l'instruction éteint et qu'il s'agit au contraire de stimuler ou, si elle dort, d'éveiller. » (Morin, 2000, p. 17)

BIBLIOGRAPHIE

Arsac, G., & Mante, M. (2007). *Les pratiques du problème ouvert*. SCÉRÉN-CRDP de l'Académie de Lyon.

Austin, J. L., Lane, G., & Récanati, F. (1970). *Quand dire, c'est faire*. Editions du Seuil.

Bayer, E. (1979). Sources de variance de l'indice d'influence de Flanders. *Scientia Paedagogica Experimentalis*, *3*, 5–21.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques: didactique des mathématiques 1970-1990*. La pensée sauvage.

Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Presses Universitaires de France (PUF).

Butlen, D., Peltier-Barbier, M. L., & Pézard, M. (2002). Nommés en REP, comment font-ils? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REF. Contradictions et cohérence. *Revue française de pédagogie*, *140*(1), 41–52.

Carré, A. D., & Weil-Barais, A. (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. P. Lang.

Claparède, E. (1918). La conscience de la ressemblance et de la différence chez l'enfant. *Archives de Psychologie*, (17), 67-78.

Colomb, J. (1987). Les enseignements en CM2 et en 6e: ruptures et continuités. *Paris INRP (Coll. Rapports de recherches, 11).*

Crahay, M. (1989). Note de synthèse. *Revue française de pédagogie*, *88*(1), 67-94. doi:10.3406/rfp.1989.2459

Cuban, L. (1984). *How Teachers Taught: Constancy and Change in American Classrooms, 1890-1980. Research on Teaching Monograph Series.*

Douady, R. (1984). *Jeux de cadre et dialectique outil-objet dans l'enseignement des mathématiques*. Thèse de doctorat d'état. Université Paris VII, Paris.

Dunkin, M. J., & Biddle, B. J. (1974). *The study of teaching.* Holt, Rinehart & Winston.

ERMEL. (1993). *Apprentissages numériques CE1*. Hatier.

Fiard, J., & Auriac, E. (2006). *L'erreur à l'école : Petite didactique de l'erreur scolaire*. L'Harmattan.

Florin, A. (1991). *Pratiques du langage à l'école maternelle et prédiction de la réussite scolaire*. Presses universitaires de France, Paris.

François, F. (1993). *Pratiques de l'oral : dialogue, jeu et variations des figures du sens*. Nathan.

Gage N.L., & in M. Crahay & D. Lafontaine (dirs). (1985). Comment tirer un meilleur parti des recherches sur les processus d'enseignement. *L'art et la science de l'enseignement* (Edition Labor., p. 411-433). Liège.

Gilly, M. (1980). *Maître-élève : Rôles institutionnels et représentations*. Presses Universitaires de France (PUF).

Goffman, E. (1973). *La mise en scène de la vie quotidienne*. Les Editions de Minuit.

Hatchuel, F. (2000). *Apprendre à aimer les mathématiques*. Presses Universitaires de France - PUF.

Julo, J. (1995). *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques: un apport de la psychologie cognitive à l'enseignement*. Presses universitaires de Rennes.

Julo, Jean, & Houdebine, J. (1988). Les élèves en difficulté dans le 1er cycle de l'enseignement secondaire. *Revue française de pédagogie*, *84*(1), 5-12. doi:10.3406/rfp.1988.1439

Kounin, J. S. (1961). *Explorations in Classroom Management.–*. Merrill.

de Landsheere, G., & Bayer, E. (1974). *Comment les maîtres enseignent: analyse des interactions verbales en classe*.

Leutenegger, F. (2003). Etude des interactions didactiques en classe de mathématiques: un prototype méthodologique. *Bulletin de psychologie*, *56*, 559–572.

Margolinas, C. (2004). *Points de vue de l'élève et du professeur. Essai de développement de la théorie des situations didactiques*.

Martin, J. M. (1970). *Essai de modification contrôlée du comportement pédagogique d'un Instituteur. Etude des fonctions de feedback* (mémoire non publié). Université de Liège.

Morin, E. (2000). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur* (Vol. 129). Seuil.

Paletou, F. (1987). Tous les doigts de l'école. *Le journal des instituteurs*, (9).

Robert, A. (2003). De l'idéal didactique aux déroulements réels en classe de mathématiques: le didactiquement correct, un enjeu de la formation des (futurs) enseignants (en collège et lycée).

Roditi, É. (2005). *Les pratiques enseignantes en mathématiques: entre contraintes et liberté pédagogique*. Editions L'Harmattan.

Roditi, É. (2011). Recherches sur les pratiques enseignantes En mathématiques : Apports d'une intégration de diverses approches et perspectives.

Sensevy, G. (2001). Modèles de l'action du professeur: nécessités, difficultés. *Le génie didactique, Mercier A., Lemoyne G., Rouchier A.,(Eds), De Boeck* (p. 209–232).

Tardif, J. (1998). La construction des connaissances. *Les pratiques pédagogiques. Pédagogie collégiale*, *11*(3).

Tessier, G. (1990). *L'humour à l'école.Développer la créativité verbale chez l'enfant*. Privat.

de Vanssay, S. (2010, juin). *Un exemple de pratique d'enseignement pour la résolution de problèmes additifs en CE1* (mémoire non publié). Paris Descartes, Paris.

Vergnaud, G. (1981). L'enfant, la mathématique et la réalité. *Berne: Peter Lang*.

Vergnaud, G. (1986). Psychologie du développement cognitif et didactique des mathématiques. *Revue de Mathématique*.

Vergnaud, G. (1989). «La formation des concepts scientifiques. Relire Vygotski et débattre avec lui aujourd'hui. *Enfance*, *42*(1-2), 111–118.

Vion, R. (1999). Linguistique et communication verbale. *Apprendre dans l'interaction* (Nancy: Presses Universitaires, et Aix en Provence: Publications de l'Université de Provence.).

Vygotski, L. (1934). *Pensée et langage (F. Sève, trad.)* (1985e éd.). Sociales.

Ziv, A. (1993). *L'humour en éducation*. EME Editions Sociales Françaises (ESF).

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : problèmes du pré-test et du post-test II

Annexe 2 : exemple de feuille de problème III

Annexe 3 : page de catalogue de la séance 6 IV

Annexe 4 : guide d'entretien V

Annexe 5 : bilan à la fin des 10 séances dans la classe d'Isabelle VI

Annexe 6 : photo de Younes au tableau (séance 6) VII

Annexe 7 : pré-test et post-test de Younes VIII

Annexe 8 : pré-test et post-test de Téo X

Annexe 9 : post-test d'Axel XII

ANNEXE 1 : PROBLÈMES DU PRÉ-TEST ET DU POST-TEST

Pré-test

PROBLÈME 1

Marc avait 132 billes.

Pendant la récréation il a gagné 16 billes.

Combien de billes Marc a-t-il après la récréation ?

PROBLÈME 2

Corinne a 37 images dans une boîte.

Elle en colle 12 dans son album.

Combien y en a-t-il dans la boîte maintenant ?

PROBLÈME 3

Dans une classe il y a 28 enfants.

Le maître a compté les garçons. Il y en a 12.

Combien y a-t-il de filles dans la classe ?

PROBLÈME 4

Paul joue au jeu de l'oie.

Son pion arrive sur une case piège, il doit reculer de 14 cases.

Il recule donc et arrive sur une case rouge marquée 37.

Quel était le numéro de la case piège ?

Post-test

PROBLÈME 1

Juliette collectionne les images Pokémons, elle en a 125.

Pour son anniversaire on lui en offre 12 nouvelles.

Combien d'images Pokémons Juliette a-t-elle après son anniversaire ?

PROBLÈME 2

Mathieu a 27 bonbons dans sa poche.

Il en donne 15 à ses copains pendant la récréation.

Combien en a-t-il dans sa poche maintenant ?

PROBLÈME 3

Dans une boîte il y a 35 perles, certaines sont rondes les autres sont carrées.

Il y a 12 perles rondes.

Combien y a-t-il de perles carrées ?

PROBLÈME 4

Marc est allé à l'hôtel au Japon dans un immense gratte-ciel.

Il a pris l'ascenseur pour aller du restaurant à sa chambre.

Il a descendu 17 étages et il arrive au 25e étage qui est l'étage de sa chambre.

Quel était l'étage du restaurant ?

ANNEXE 2 : EXEMPLE DE FEUILLE DE PROBLÈME

NOM : ..... PRÉNOM :..... DATE : ...../...../.....

PROBLÈME 1

Marc avait 132 billes.

Pendant la récréation il a gagné 16 billes.

Combien de billes Marc a-t-il après la récréation ?

Brouillon

Réponse

ANNEXE 3 : PAGE DE CATALOGUE DE LA SÉANCE 6

Les insectes magnétiques

De 6 mois à 3 ans

A manipuler en gazouillant, à empiler pour le bonheur des yeux et des p'tits doigts. En toute sécurité, votre bébé découvre les formes et les couleurs à mettre sans dessus dessous !

17 €

4 véhicules aimantés

De 1 an à 3 ans

Quatre véhicules chouchous des petits, faciles à attraper, avec lesquels ils s'inventent de formidables histoires. De grands classiques en version aimantée pour former le plus long des cortèges.

15 €

Chien nageur de bain

De 1 an à 4 ans

C'est un petit chien rigolo qui permettra d'occuper votre tout petit dans son bain. Sans pile, il fonctionne avec un remontoir pour actionner les bras du chien. Il stimule les sens et donnera envie d'aller plonger avec lui.

7 €

Puzzle ferme

De 1 an à 3 ans

C'est un premier encastrement pour les petits dès 1 an. En effet les grosses pièces sont faciles à manipuler et le bouton sur chacune d'elles permet une meilleure manipulation. Ce jeu développe de nombreuses compétences comme la précision, l'observation et la logique.

6 €

Tortues de bain bisous

De 1 an à 3 ans

Elles sont vraiment inséparables ces deux tortues ! Même éloignées, elles finissent toujours par se retrouver et s'échanger un petit baiser. Témoins de leur idylle, les enfants s'amusent à tirer sur la corde qui les relie, et attendent avec impatience l'heure du prochain bain.

9 €

ANNEXE 4 : GUIDE D'ENTRETIEN

- Pensez-vous que les séances de l'an dernier ont changé quelque chose dans votre façon d'aborder les problèmes de mathématiques en début d'année (avant les séances) ? Si oui, en quoi ?

- Qu'attendez-vous de vos élèves quand vous les faites travailler sur un problème ouvert ?

- Que pensez-vous qu'ils attendent de vous ?

- Dans quel but utilisez-vous les métaphores (lumière, tunnel, montagne de la connaissance…) ?

- Dans quel but utilisez-vous l'humour ? Dans quels cas ? Á quels moments ? Á votre avis, qu'est-ce que cela provoque chez les élèves ?

- Pourquoi dites-vous souvent que chercher est un jeu ? Un plaisir ? (pour rassurer les élèves ? dans un autre but ?)

- Les élèves ont-ils besoin d'être rassurés ?

- Les élèves ont-ils davantage besoin d'être rassurés en mathématiques ? Pourquoi ?

- Qu'est-ce qui à votre avis est le plus important dans ce type de travail sur les problèmes ouverts ?

- Que doivent faire les élèves pour réussir ? Que doivent-ils comprendre ?

- Qu'est-ce qui est le plus difficile pour les élèves ?

- Pour vous comment doit-on accompagner un élève dans sa recherche idéalement ?

- Procédez-vous d'une façon particulière pour aider les élèves en difficulté ?

  - Si oui comment ? et pourquoi ?
  - Si non pourquoi ?

- Comment questionnez-vous les élèves ? et sur quoi ?

- Comment utilisez-vous les encouragements ? les félicitations ?

ANNEXE 5 : BILAN À LA FIN DES 10 SÉANCES DANS LA CLASSE D'ISABELLE

Voici un extrait de l'échange qui a eu lieu à la fin de la dixième séance de problème ouvert entre Isabelle et ses élèves :

I : *C'était la dernière séance. Vous êtes triste ? Le cycle de problème est terminé. Qu'est-ce que vous avez appris là ? Qu'est-ce que vous avez appris par rapport aux problèmes ?*

Arielle : *Moi j'ai appris que des fois on trouve pas tout de suite et faut pas s'affoler.*

I : *C'est déjà énorme ne pas s'affoler, ne pas prendre peur, ça tu vois c'est le début de la réussite. Oui Alice ?*

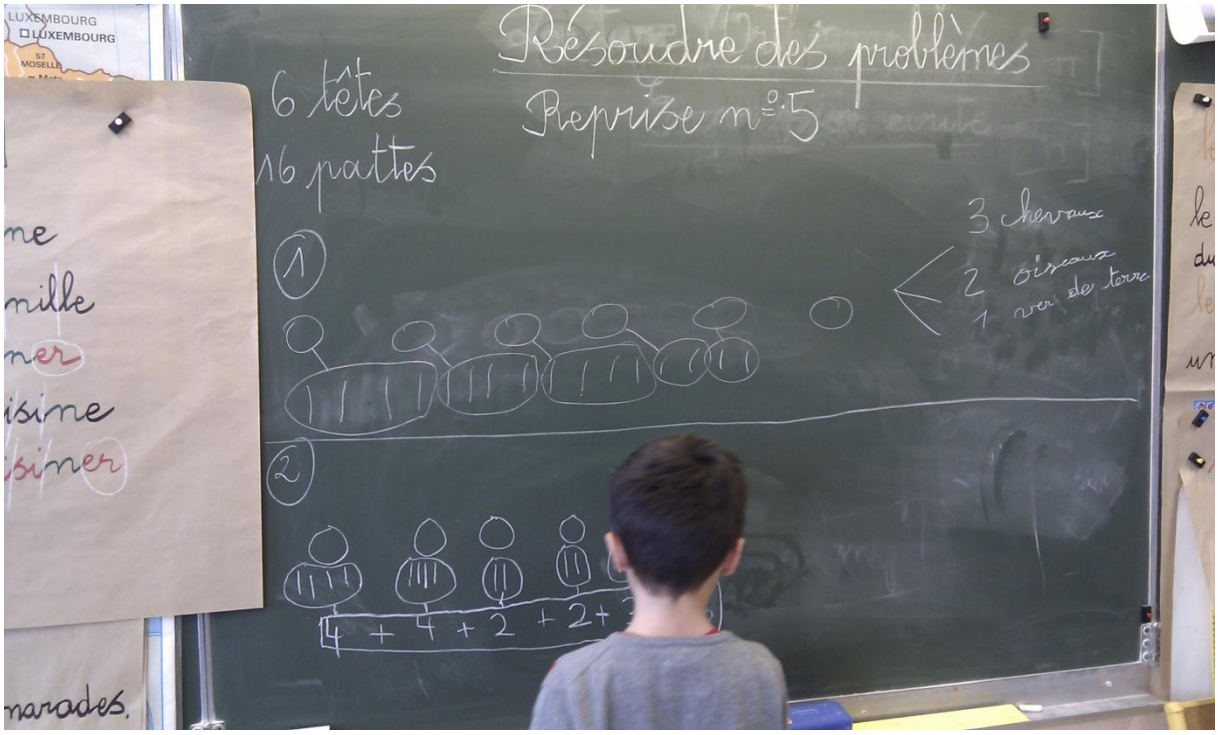
Alice : *heu, on a appris à calculer beaucoup de nombres, beaucoup de chiffres...*

I : *De quantités oui, ensuite ? Vous n'avez rien appris d'autre ? Par rapport au fait de dessiner ? Au début c'était pas évident de dessiner. Maintenant vous savez que quand vous ne comprenez pas une situation vous passez par le dessin avant d'écrire la réponse. D'abord bien comprendre de quoi il s'agit et surtout ne pas affoler comme l'a dit Arielle. Qui a peur des problèmes encore ? (aucun doigt levé) et bien c'est très bien. Quelle est la citation que vous aviez à apprendre ? Qui s'en souvient ? Sur la peur ?*

Alice : *" Ce n'est pas par ce que les choses sont difficiles que nous n'osons pas, c'est parce que nous n'osons pas qu'elles sont difficiles"*

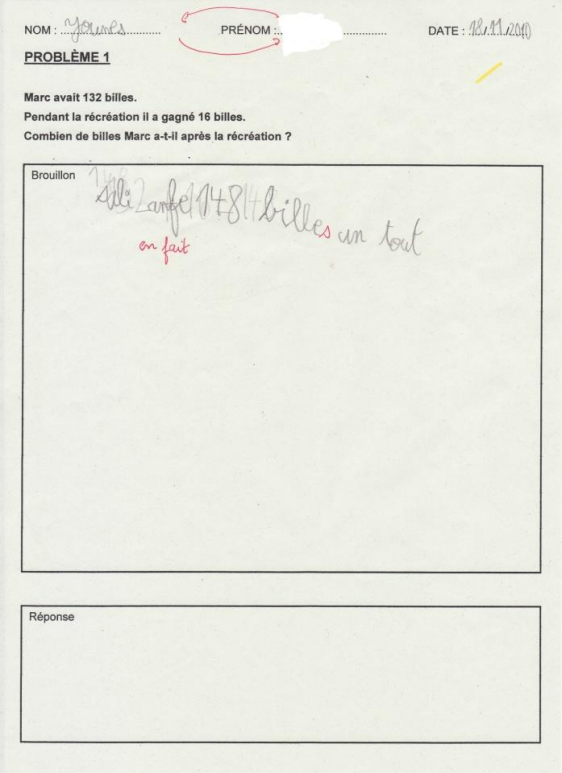
I : *Et bien voilà, ça c'est la phrase qui pourrait résumer votre entrée dans les problèmes, les problèmes c'est les problèmes de la vie aussi. Cette phrase il faut la garder en mémoire et quand vous avez un souci tac. Quel est l'auteur ? Ça m'échappe. C'est un grec, Sénèque je crois.*

ANNEXE 6 : PHOTO DE YOUNES AU TABLEAU (SÉANCE 6)



ANNEXE 7 : PRÉ-TEST ET POST-TEST DE YOUNES

Pré-test :



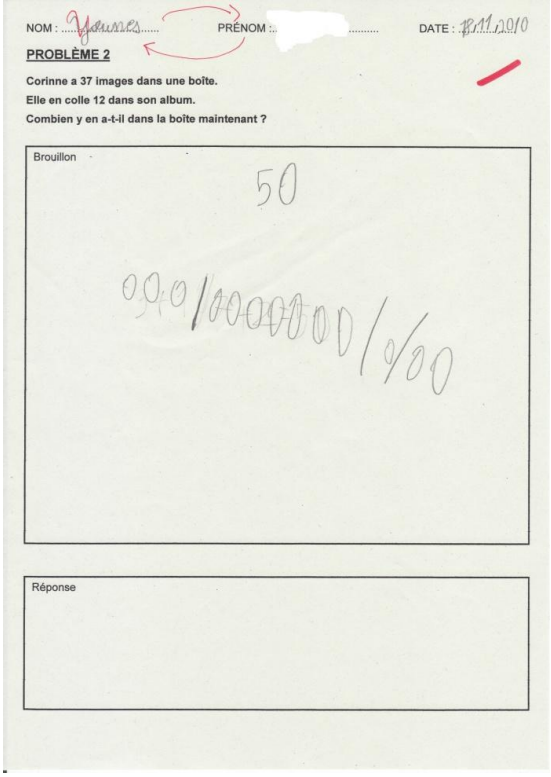
NOM : Younes PRÉNOM : [redacted] DATE : 18.11.2010

PROBLÈME 1

Marc avait 132 billes.
Pendant la récréation il a gagné 16 billes.
Combien de billes Marc a-t-il après la récréation ?

Brouillon

Réponse



NOM : Younes PRÉNOM : [redacted] DATE : 18.11.2010

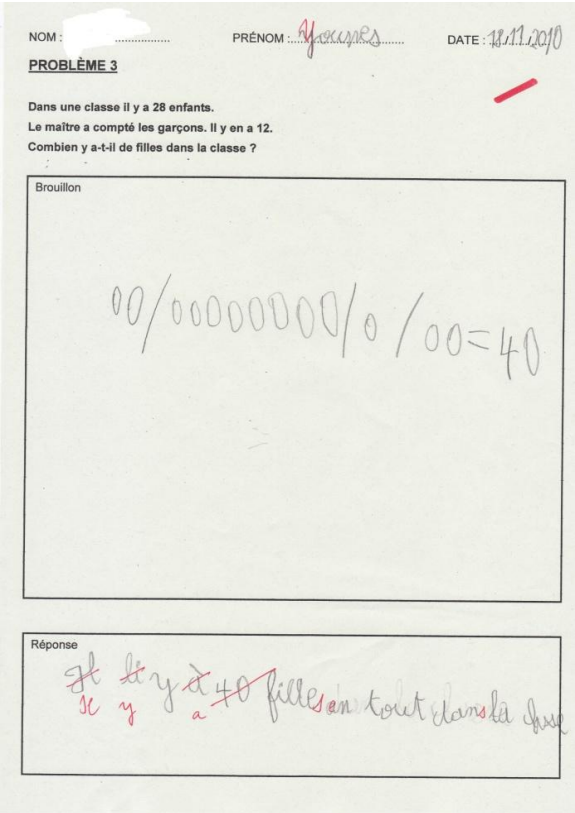
PROBLÈME 2

Corinne a 37 images dans une boîte.
Elle en colle 12 dans son album.
Combien y en a-t-il dans la boîte maintenant ?

Brouillon

50

Réponse



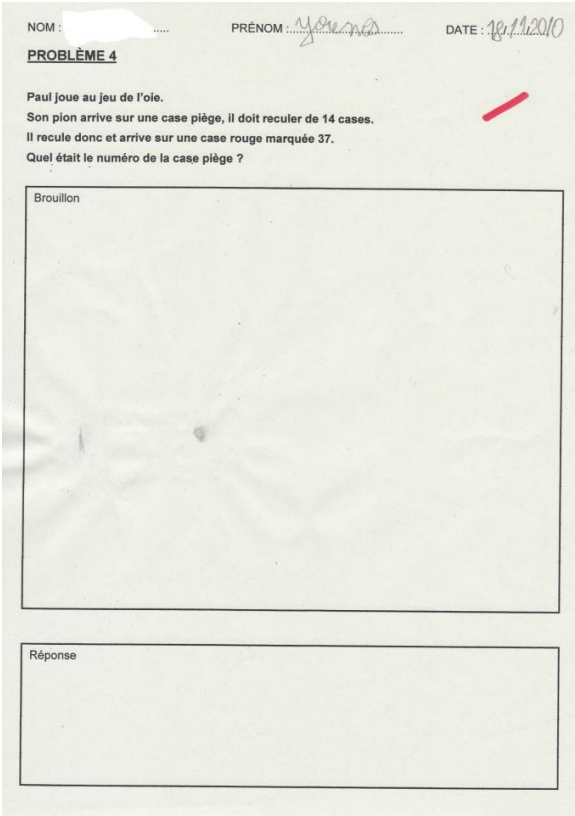
NOM : [redacted] PRÉNOM : Younes DATE : 18.11.2010

PROBLÈME 3

Dans une classe il y a 28 enfants.
Le maître a compté les garçons. Il y en a 12.
Combien y a-t-il de filles dans la classe ?

Brouillon

Réponse



NOM : [redacted] PRÉNOM : Younes DATE : 18.11.2010

PROBLÈME 4

Paul joue au jeu de l'oie.
Son pion arrive sur une case piège, il doit reculer de 14 cases.
Il recule donc et arrive sur une case rouge marquée 37.
Quel était le numéro de la case piège ?

Brouillon

Réponse

Post-test :

NOM : ..... PRÉNOM : Younes DATE : 8.03.2011

PROBLÈME 1

Juliette collectionne les images Pokémons, elle en a 125.
Pour son anniversaire on lui en offre 12 nouvelles.
Combien d'images Pokémons Juliette a-t-elle après son anniversaire ?

Brouillon

125 + 12 = 137

Réponse

Juliette aver 125 est à son anniversaire

NOM : ..... PRÉNOM : Younès ? DATE : ..../..../.....

PROBLÈME 2

Mathieu a 27 bonbons dans sa poche.
Il en donne 15 à ses copains pendant la récréation.
Combien en a-t-il dans sa poche maintenant ?

Brouillon

10 + 5 = 15 + 12 = 27 - 15 = 12

Réponse

Marthieu aver 27 bonbon il en à manger 15 il ui à résster 12

NOM : ..... PRÉNOM : Younes DATE : 8.03.2011

PROBLÈME 3

Dans une boîte il y a 35 perles, certaines sont rondes les autres sont carrées.
Il y a 12 perles rondes.
Combien y a-t-il de perles carrées ?

Brouillon

35
+12
47

Réponse

NOM : ..... PRÉNOM : Younes DATE : 8.03.2011

PROBLÈME 4

Marc est allé à l'hôtel au Japon dans un immense gratte-ciel.
Il a pris l'ascenseur pour aller du restaurant à sa chambre.
Il a descendu 17 étages et il arrive au 25e étage qui est l'étage de sa chambre.
Quel était l'étage du restaurant ?

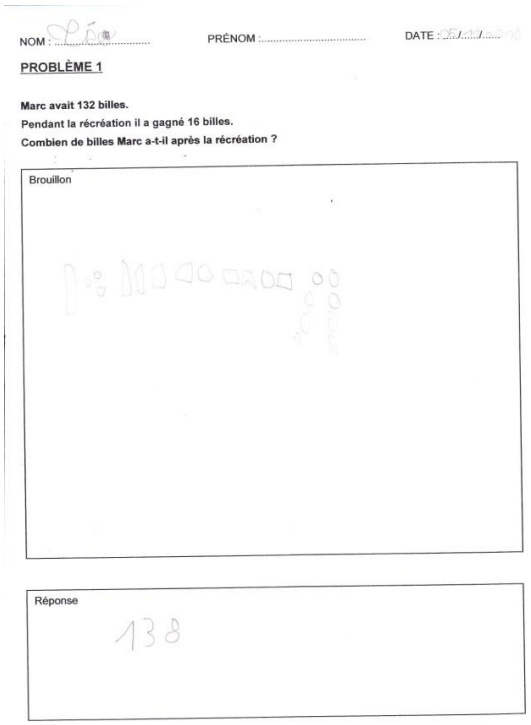
Brouillon

+1
17
+25
42 ième étage du résstoren

Réponse

ANNEXE 8 : PRÉ-TEST ET POST-TEST DE TÉO

Pré-test :



NOM : ..... PRÉNOM : ..... DATE : ..../..../....

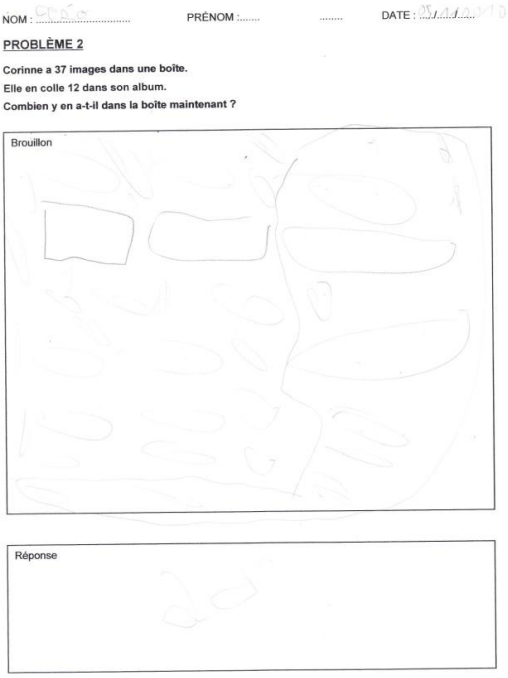
PROBLÈME 1

Marc avait 132 billes.
Pendant la récréation il a gagné 16 billes.
Combien de billes Marc a-t-il après la récréation ?

Brouillon

Réponse

138



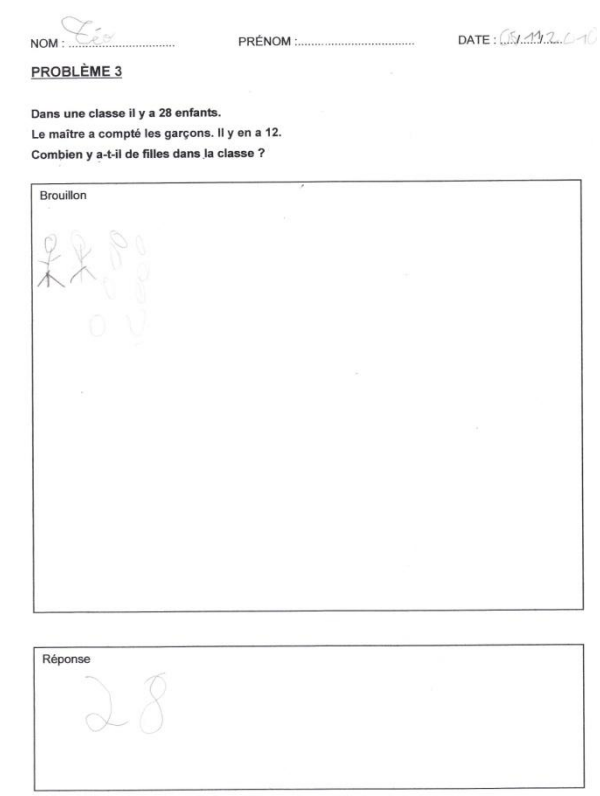
NOM : ..... PRÉNOM : ..... DATE : ..../..../....

PROBLÈME 2

Corinne a 37 images dans une boîte.
Elle en colle 12 dans son album.
Combien y en a-t-il dans la boîte maintenant ?

Brouillon

Réponse



NOM : ..... PRÉNOM : ..... DATE : ..../..../....

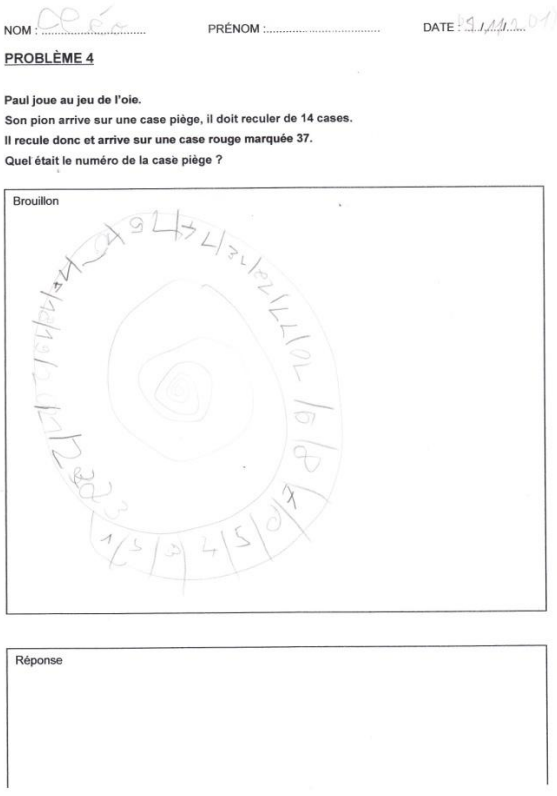
PROBLÈME 3

Dans une classe il y a 28 enfants.
Le maître a compté les garçons. Il y en a 12.
Combien y a-t-il de filles dans la classe ?

Brouillon

Réponse

28



NOM : ..... PRÉNOM : ..... DATE : ..../..../....

PROBLÈME 4

Paul joue au jeu de l'oie.
Son pion arrive sur une case piège, il doit reculer de 14 cases.
Il recule donc et arrive sur une case rouge marquée 37.
Quel était le numéro de la case piège ?

Brouillon

Réponse

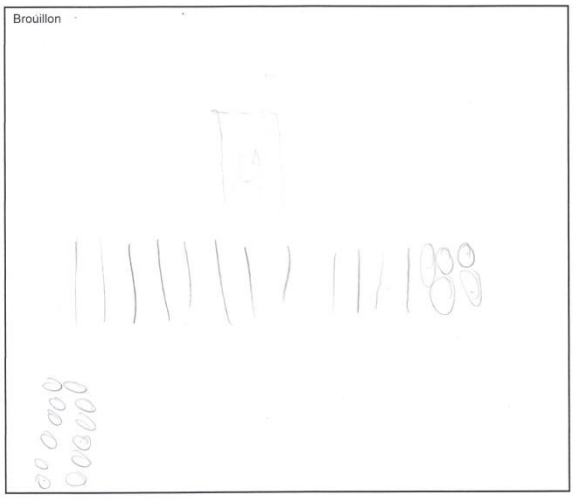
Post-test :

NOM : .... PRÉNOM : ..... DATE : ...../...../.....

PROBLÈME 1

Juliette collectionne les images Pokémons, elle en a 125.
Pour son anniversaire on lui en offre 12 nouvelles.
Combien d'images Pokémons Juliette a-t-elle après son anniversaire ?

Brouillon



Réponse

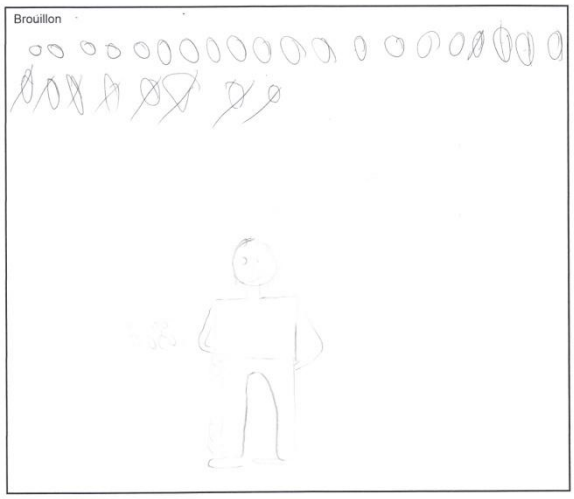
130

NOM : .... PRÉNOM : ..... DATE : ...../...../.....

PROBLÈME 2

Mathieu a 27 bonbons dans sa poche.
Il en donne 15 à ses copains pendant la récréation.
Combien en a-t-il dans sa poche maintenant ?

Brouillon



Réponse

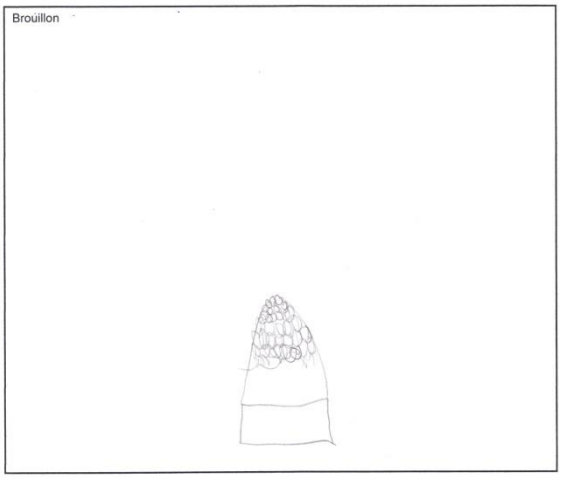
18

NOM : ..... PRÉNOM : ..... DATE : ...../...../.....

PROBLÈME 3

Dans une boîte il y a 35 perles, certaines sont rondes les autres sont carrées.
Il y a 12 perles rondes.
Combien y a-t-il de perles carrées ?

Brouillon



Réponse

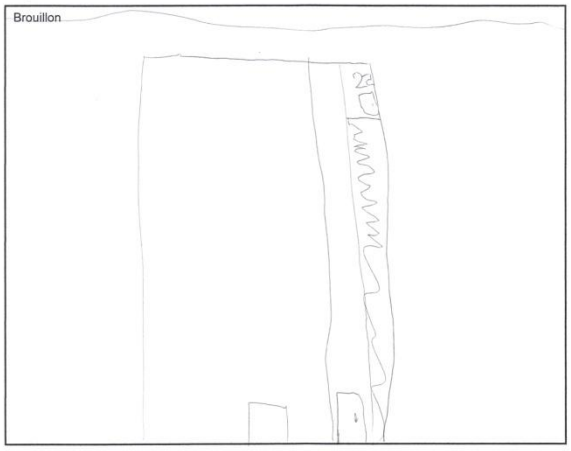
Il y a ~~23~~ 3 perles

NOM : ..... PRÉNOM : ..... DATE : ...../...../.....

PROBLÈME 4

Marc est allé à l'hôtel au Japon dans un immense gratte-ciel.
Il a pris l'ascenseur pour aller du restaurant à sa chambre.
Il a descendu 17 étages et il arrive au 25e étage qui est l'étage de sa chambre.
Quel était l'étage du restaurant ?

Brouillon



Réponse

il y a 17 ettage.

ANNEXE 9 : POST-TEST D'AXEL

NOM : Axel PRÉNOM : ..... DATE : 25.01.2011

PROBLÈME 1

Juliette collectionne les images Pokémons, elle en a 125.
Pour son anniversaire on lui en offre 12 nouvelles.
Combien d'images Pokémons Juliette a-t-elle après son anniversaire ?

Brouillon

125
+ 12
136

Réponse

Juliette A 136 image

NOM : Axel PRÉNOM : ..... DATE : 25.01.2011

PROBLÈME 2

Mathieu a 27 bonbons dans sa poche.
Il en donne 15 à ses copains pendant la récréation.
Combien en a-t-il dans sa poche maintenant ?

Brouillon

27
+ 15

Réponse

mathieu A 13 bonbon

NOM : Axel PRÉNOM : ..... DATE : ..../...../.....

PROBLÈME 3

Dans une boîte il y a 35 perles, certaines sont rondes les autres sont carrées.
Il y a 12 perles rondes.
Combien y a-t-il de perles carrées ?

Brouillon

Réponse

il ya 45 perle dans la boite

NOM : Axel PRÉNOM : ..... DATE : ..../...../.....

PROBLÈME 4

Marc est allé à l'hôtel au Japon dans un immense gratte-ciel.
Il a pris l'ascenseur pour aller du restaurant à sa chambre.
Il a descendu 17 étages et il arrive au 25e étage qui est l'étage de sa chambre.
Quel était l'étage du restaurant ?

Brouillon

Réponse

cas 1 a étage qui est le restaurant