



**HAL**  
open science

# La schématisation dans la résolution de problèmes en CE2

Léa Rodriguez-Ludger

► **To cite this version:**

Léa Rodriguez-Ludger. La schématisation dans la résolution de problèmes en CE2. Education. 2021.  
dumas-03361812

**HAL Id: dumas-03361812**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03361812>**

Submitted on 1 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Année universitaire 2020-2021**

**Master MEEF  
Mention 1<sup>er</sup> degré  
2<sup>ème</sup> année**

# **La schématisation dans la résolution de problèmes en CE2**

**Mots Clefs : mathématiques, résolution de problèmes, schématisation, CE2**

**Présenté par Lea Rodriguez Ludger**

**Encadré par Eric Greff**

# Table des matières

<b>Remerciements .....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1. PARTIE 1 : La schématisation dans la résolution de problèmes en théorie .....</b>	<b>3</b>
1.1. La résolution de problèmes.....	3
1.1.1. Qu'en disent les instructions officielles ?.....	3
1.1.2. Les différents types de problèmes .....	4
1.1.2.1. Qu'est-ce qu'un problème ?.....	4
1.1.2.2. Catégorisation des problèmes .....	5
1.1.3. Enseigner la résolution de problèmes .....	6
1.1.4. Les difficultés des élèves .....	7
1.2. La schématisation .....	9
1.2.1. Qu'est-ce qu'un schéma ?.....	9
1.2.2. Qu'en disent les instructions officielles ?.....	10
1.2.3. Les différents types de schémas .....	10
1.2.3.1. La représentation en « patates ».....	11
1.2.3.2. La modélisation en barres .....	12
1.2.4. Les intérêts et limites de la schématisation .....	13
<b>2. PARTIE 2 : La schématisation dans la résolution de problèmes en pratique.....</b>	<b>14</b>
2.1. La méthode .....	14
2.1.1. Le terrain d'étude et les participants.....	14
2.1.2. Le déroulé et le recueil des données .....	15
2.1.2.1. Période 1 : L'évaluation diagnostique .....	17
2.1.2.2. Période 2 : La découverte de la modélisation en barres.....	18
2.1.2.3. Période 3 : Le problème de l'autobus : un nouveau schéma.....	19
2.2. Les résultats de l'étude .....	20
2.2.1. Les données recueillies lors des évaluations diagnostiques .....	20
2.2.2. Les données recueillies au cours des séquences 1 et 2 .....	21
2.2.2.1. Accéder à l'étape du schéma.....	21
2.2.2.2. Faire la distinction entre schéma et dessin.....	22
2.2.2.3. Le schéma : aide ou tâche supplémentaire ?.....	25
2.2.3. Les résultats aux évaluations des séquences 1 et 2.....	27
<b>3. Discussion et conclusion.....</b>	<b>30</b>

<b>4. Références bibliographiques .....</b>	<b>32</b>
4.1. Ouvrage .....	32
4.2. Article dans une revue .....	32
4.3. Page sur internet .....	32
4.4. Site internet.....	33
4.5. Vidéo .....	33
<b>5. Annexes .....</b>	<b>34</b>
5.1. Annexe 1 : La catégorisation des problèmes de Vergnaud .....	35
5.2. Annexe 2 : Exemple d’affichage de classe .....	37
5.3. Annexe 3 : Fiches de problèmes des séances d’évaluation diagnostique 1 et 2.....	38
5.4. Annexe 4 : Leçon sur la résolution de problèmes .....	40
5.5. Annexe 5 : Problèmes résolus lors des séances 3 à 5 de la séquence 1 .....	40
5.6. Annexe 6 : Evaluation sommative de la séquence 1 .....	41
5.7. Annexe 7 : Fiche de préparation de la séance de découverte de la séquence 2.....	42
5.8. Annexe 8 : Problèmes résolus lors des séances 2 à 5 de la séquence 2.....	44
5.9. Annexe 9 : Evaluation sommative de la séquence 2 .....	45
5.10. Annexe 10 : Photographies d’élèves au travail .....	46
5.11. Annexe 11 : Quelques productions d’élèves ( <i>résolution du problème K</i> ).....	48
<b>6. Résumé / Abstract .....</b>	<b>49</b>

## Remerciements

Ce mémoire a fait l'objet d'un long travail de recherche, de réflexion, de pratique et de prise de recul sur celle-ci. Durant tout ce travail, j'ai été soutenue, accompagnée et conseillée par plusieurs personnes, ce qui m'a permis de toujours questionner et revoir mon mémoire.

Je tiens tout d'abord à remercier mes collègues et ma directrice de l'établissement dans lequel je suis en poste cette année, car elles ont su être à l'écoute et me conseiller autant que possible.

Je remercie également ma classe, mes élèves, qui se sont investis dans ces séances de problèmes malgré leurs réticences, qui m'ont fait confiance pour apprendre, progresser et oser se lancer. Je remercie également leurs parents qui m'ont permis de faire ce travail avec leurs enfants et de pouvoir les prendre en photo, autant eux que leurs productions.

Pour finir, je m'adresse plus particulièrement à Monsieur Greff, qui m'a guidée dans ce travail, m'a relue, orientée vers des chercheurs référence en la matière. C'est aussi grâce à ses conseils que j'ai pu mener à terme cette expérimentation et l'analyser.

## **Introduction**

---

*« On croyait avoir atteint le fond en 2015. Malheureusement les résultats de l'enquête internationale TIMSS sont désastreux pour la France. En CM1, les résultats baissent encore [...] »<sup>1</sup>*

Le 8 décembre 2020 paraît un article dans *Le Café Pédagogique* : Maths : La chute de la maison France, relatif à l'enquête internationale TIMSS chargée d'évaluer tous les 4 ans le niveau en mathématiques et en sciences d'élèves de CM1 et 4<sup>ème</sup> dans de nombreux pays.

*« En CM1, avec un score de 485 points en mathématiques la France se situe nettement en dessous de la moyenne des pays de l'UE (527) et de l'Ocde (529). Cet écart d'une cinquantaine de points correspond à peu près à une année d'enseignement ! »<sup>1</sup>*

Constat d'un faible niveau en France ? D'une baisse de niveau ?

*« Comment expliquer des résultats aussi catastrophiques ? »<sup>1</sup>*

Cet article questionne et recense les différentes causes, justifiées ou non, pouvant expliquer ces chiffres. Mais alors, comment enseigner les mathématiques, reconnus en France comme un apprentissage difficile d'après ces chiffres ?

Professeure des Ecoles Stagiaire (PES) dans une école publique du 14<sup>ème</sup> arrondissement, en poste en CE2 dans une classe de 29 élèves, j'ai très vite été confrontée à cette question. Classe nombreuse, forte hétérogénéité, comment permettre à tous de réussir ? Les mathématiques, et plus précisément la résolution de problèmes, ont été accueillies avec une certaine crainte dans ma classe. Et pour cause : l'exercice demande de lire un énoncé, le comprendre, le visualiser et éventuellement le schématiser, choisir les bonnes données numériques et les bonnes opérations, calculer, formuler une phrase réponse... Autant de tâches intermédiaires nécessaires mais laborieuses pour beaucoup de mes élèves en début d'année.

Cet exercice permettant de travailler sa compréhension, sa concentration, son attention, a pu être redouté dans ma classe en début d'année et a mis en lumière de grandes disparités. J'ai observé dès la première séance que certains étaient bloqués à la lecture de l'énoncé, butant sur

---

<sup>1</sup> JARRAUD F., *Le Café Pédagogique*, Maths : La chute de la maison France. (décembre 2020)

la lecture de certains mots, pendant que d'autres étaient déjà dans l'attente d'un nouveau problème ou d'un moment de lecture en autonomie parce que leur travail était terminé.

J'ai questionné dès le départ ma pratique : comment aider ces élèves en difficulté dans la résolution de problème ? Comment nourrir les plus rapides ? Mais surtout quels outils mettre à disposition de tous les élèves pour leur permettre d'avancer, d'essayer, de progresser ?

Persuadée des apports bénéfiques de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire, j'ai rapidement eu envie de transmettre à mes élèves ce goût pour la recherche, le questionnement, le défi.

*« La pratique des mathématiques développe le goût de la recherche et du raisonnement, l'imagination et les capacités d'abstraction, la rigueur et la précision. »<sup>2</sup>*

Les premières lignes au sujet de l'enseignement des sciences sur [education.gouv](http://education.gouv.fr) traduisent ces apports variés que permet la pratique des mathématiques. Mon enjeu a donc été d'observer, de questionner, d'analyser ma façon d'enseigner les mathématiques afin de permettre à mes élèves d'avoir les outils pour réussir en résolution de problèmes notamment. Mon mémoire a donc pour objet de questionner les apports de la schématisation dans la résolution de problèmes en CE2. Mon objectif est d'accompagner mes élèves dans leur raisonnement mathématique, de leur donner des outils leur permettant de comprendre et donc de progresser. Plus concrètement, je souhaite travailler sur la schématisation pour proposer à mes élèves un support, à saisir ou non, sur lequel s'appuyer pour décortiquer un énoncé de problème et ainsi le résoudre plus facilement.

Ce mémoire tentera donc de répondre à la problématique suivante : « **En quoi le recours à la schématisation peut-il aider un élève de CE2 à résoudre des problèmes mathématiques ?** » Pour répondre à cette problématique, je vais dans un premier temps développer une partie théorique réunissant les grandes connaissances scientifiques et didactiques relatives à la résolution de problèmes et à la schématisation. Puis, dans un second temps, dans une partie expérimentale, je présenterai l'étude menée en classe, décrivant mes objectifs, ma méthode, mon travail ainsi que celui de mes élèves, et une analyse de cette étude menée en classe afin de mieux comprendre les résultats obtenus lors de ce travail de recherche.

---

<sup>2</sup> L'enseignement des sciences. *Education.gouv*.

# **1. PARTIE 1 : La schématisation dans la résolution de problèmes en théorie**

## **1.1. La résolution de problèmes**

### **1.1.1. Qu'en disent les instructions officielles ?**

Dans les programmes officiels, actualisés en 2020, il est fait mention de la résolution de problèmes dès le cycle 1 où « *L'enseignant met en place dans sa classe des situations d'apprentissage variées : jeu, résolution de problèmes, entraînements, etc.* »<sup>3</sup>. La résolution de problèmes apparaît donc dès les premières années à l'école comme un enjeu d'apprentissage.

D'après le Bulletin Officiel (BO) de l'Education Nationale de juillet 2020, « *Au cycle 2, la résolution de problèmes est au centre de l'activité mathématique des élèves, développant leurs capacités à chercher, raisonner et communiquer.* »<sup>4</sup> Ainsi, la résolution de problèmes initiée par le jeu au cycle 1 devient une activité fondamentale des mathématiques au cycle 2 et donc, d'autant plus en CE2, à la fin du cycle 2.

Le site Education.gouv publie, dans le BO de l'Education Nationale, un BO spécial du 26 avril 2018 signé par le Ministre de l'Education Nationale, Jean-Michel. Blanquer. Dans celui-ci, le constat est fait dès 2015, à la suite de l'enquête TIMSS, que les élèves français présentent des difficultés dans la résolution de problèmes. Cette dernière est considérée dans cet axe du BO comme essentielle à la construction de l'individu comme citoyen, comme être capable de réfléchir et de raisonner :

*« Elle participe du questionnement sur le monde et de l'acquisition d'une culture scientifique, et par là contribue à la formation des citoyens. Elle est une finalité de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire, mais aussi le vecteur principal d'acquisition des connaissances et des compétences visées »*<sup>5</sup>

La résolution de problèmes s'apprend, s'exerce en effet grâce à un travail construit et progressif, pensé par l'enseignant pour développer les compétences des élèves. Ce BO spécial détaille ainsi comment cet apprentissage poursuivi d'année en année permet aux élèves de progresser dans leur capacité à :

« - *comprendre le problème posé ;*

---

<sup>3</sup> Eduscol, Programme du cycle 1

<sup>4</sup> Eduscol, Programme du cycle 2

<sup>5</sup> BLANQUER J-M., Bulletin Officiel spécial n°3 du 5 avril 2018. La résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Education.gouv*

- *établir une stratégie pour le résoudre, en s'appuyant sur un schéma ou un tableau, [...]*
- *mettre en œuvre la stratégie établie ;*
- *prendre du recul sur leur travail, tant pour s'assurer de la pertinence de ce qui a été effectué et du résultat trouvé, que pour repérer ce qui a été efficace et ce qui ne l'a pas été [...]. »<sup>6</sup>*

Jusqu'à la fin du CE2, soit la fin du cycle 2, l'élève construit, élabore, apprend puis devient cet élève de CM1 évalué par TIMSS. Au cycle 3, si l'apprentissage se poursuit, « *La résolution de problèmes constitue le critère principal de la maîtrise des connaissances dans tous les domaines des mathématiques* »<sup>7</sup>. Un tournant s'opère et le problème à résoudre n'est plus uniquement objet permettant de développer des compétences mais devient un élément permettant d'évaluer la maîtrise des mathématiques. L'année de CE2 doit permettre d'appréhender avec plus de confort l'exercice de résolution de problèmes.

### **1.1.2. Les différents types de problèmes**

L'exercice dit de résolution de problèmes répond à plusieurs types de problèmes.

#### *1.1.2.1. Qu'est-ce qu'un problème ?*

Le « problème » est un terme qui peut désigner différentes choses selon le contexte. Parmi les définitions données par le Larousse, on peut en effet retenir « *Question à résoudre dans un domaine quelconque [...]* », « *Difficulté mettant dans une situation pénible, contraignante, contrariante* » ou encore « *Question à résoudre par un raisonnement scientifique et constituant un exercice* ». Si la dernière semble davantage correspondre à la définition d'un problème mathématique, on voit apparaître dans ces diverses définitions les notions de « question », « difficulté », « raisonnement scientifique », « exercice »...

Selon Dominique Pernoud, « *Est un problème, pour un élève donné, toute situation (réelle ou imaginaire) dans laquelle des questions sont posées, ces questions étant telles que l'élève ne peut y répondre de manière immédiate.* » De nouveau apparaît l'idée de « question », mais aussi l'idée qu'il n'y a pas de réponse immédiate, mais qu'il faut « chercher », comme l'indiquait le terme « raisonnement ».

---

<sup>6</sup> BLANQUER J-M., Bulletin Officiel spécial n°3 du 5 avril 2018. La résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Education.gouv*

<sup>7</sup> Eduscol, Programme du cycle 3

L'équipe Ermel également donne une définition : « *Il y a problème dès qu'il y a réellement quelque chose à chercher, que ce soit au niveau des données ou du traitement et qu'il n'est pas possible de mettre en jeu la mémoire seule.* » Ici encore, l'idée de recherche semble caractéristique du problème.

Ainsi défini, le problème qui correspond à toutes ces définitions peut en réalité prendre différentes formes. On peut parler de catégorisation des problèmes selon leurs fonctions, leurs types, les opérations qui sont en jeu...

### 1.1.2.2. Catégorisation des problèmes

Evelyne Touchard<sup>8</sup>, conseillère pédagogique de l'académie de Grenoble, lors de ses recherches sur la résolution de problème en cycles 2 et 3, a établi que « *selon la situation d'apprentissage, un même problème peut avoir différentes fonctions et correspondre à différents types de problèmes* ».

Fonctions	Problèmes pour apprendre			Problèmes pour chercher
Types de problèmes	Situation-problème	Problème d'application directe	Problème de réinvestissement / transfert	Problème ouvert
	Problème dont la résolution vise la <u>construction d'une nouvelle connaissance</u> ou d'un nouvel aspect d'une connaissance antérieure.	Problème destiné à <u>s'entraîner à maîtriser le sens d'une connaissance nouvelle.</u>	Problème complexe nécessitant <u>l'utilisation de plusieurs connaissances</u> construites dans différents contextes.	Problème centré sur le <u>développement des capacités à chercher</u> : en général les élèves ne connaissent pas la solution experte.

<sup>8</sup> TOUCHARD E., La résolution de problèmes cycles 2 et 3 - [http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/RESOL\\_PB\\_Pour\\_le\\_site\\_G4\\_SEPT\\_2011.pdf](http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/RESOL_PB_Pour_le_site_G4_SEPT_2011.pdf)

Catherine Houdement<sup>9</sup> parle, quant à elle, de « problèmes élémentaires » de « problèmes complexes » et de « problèmes atypiques ». D'après ses recherches, il faut présenter aux élèves différents problèmes pour les aider à progresser dans la résolution de problèmes :

- des problèmes « *dont on vise la résolution quasi immédiate et qui constitueraient des éléments « simples » du raisonnement* »<sup>9</sup>, ce sont des problèmes courts, où figurent deux données, avec une troisième à trouver : les problèmes « élémentaires »

- des problèmes « complexes » qui sont « *des agrégats de problèmes élémentaires* » : elle explique que la complexité de ces problèmes peut venir de « *la distance, dans l'énoncé, entre des informations qui devront être connectées pour la construction de la réponse* »<sup>9</sup>

- enfin des problèmes « atypiques », « *définis [...] par leur caractère non routinier* », qui vont demander aux élèves de construire des stratégies pour les résoudre avec leurs connaissances.

Enfin, parmi les catégorisations de problèmes connues et enseignées aux futurs Professeurs des Ecoles, il existe la typologie de Vergnaud qui catégorise d'une part les problèmes de type additif-soustractif et, d'autre part, des problèmes multiplicatifs et de division. Cette catégorisation détaillée se trouve en annexe (cf. annexe 1 pages 35-36).

### **1.1.3. Enseigner la résolution de problèmes**

Le BO n°3 du 5 avril 2018 sur La résolution de problèmes à l'école élémentaire indique que l'enseignement de la résolution de problèmes s'appuie sur une nécessaire progression en terme de difficultés : « *Enseigner la résolution de problèmes nécessite de concevoir une progressivité pour les problèmes proposés, en commençant par des problèmes additifs élémentaires en une étape, avant de proposer des problèmes plus complexes (multiplicatifs élémentaires) et d'augmenter progressivement le nombre d'étapes des problèmes proposés.* »<sup>10</sup>

Au sein de chaque catégorie, l'idée est donc d'enseigner en complexifiant peu à peu et toujours en gardant trace, comme un modèle de référence, des problèmes étudiés en classe : « *Un enseignement explicite de la résolution de problèmes doit s'appuyer sur des temps spécifiques qui*

---

<sup>9</sup> HOUDEMONT C., Problèmes arithmétiques de réinvestissement : une synthèse, des pistes - <https://pedagogie-nord.ac-lille.fr/formations/plan-maths/cycle2/docs/problemes/c2-res-pb-houdement-article-pbs-arithmetiques.pdf>

<sup>10</sup> BLANQUER J-M., Bulletin Officiel spécial n°3 du 5 avril 2018. La résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Education.gouv*

*structurent les savoirs et compétences travaillés : des références construites avec les élèves »<sup>11</sup>. Houdement, en s'appuyant sur les recherches de Jean Julo, psychologue cognitiviste, considère que plus l'élève résout des problèmes, plus il se construit une représentation de la résolution des différents problèmes et plus il peut en résoudre, en piochant dans cette mémoire de problèmes. Houdement l'explique ainsi : « L'individu se crée progressivement des « schémas de problèmes » [...], structures de la représentation qui lui permettent de reconnaître un problème qui relève d'un « schéma » déjà rencontré et de s'engager rapidement dans une procédure de résolution. »<sup>12</sup>*

Pourtant, malgré la progression établie par les enseignants et malgré les traces écrites permettant de garder en mémoire des problèmes de référence, la résolution de problèmes reste un exercice face auquel les élèves se trouvent souvent en difficulté.

#### **1.1.4. Les difficultés des élèves**

La résolution de problèmes est un enjeu mathématique qui pose des difficultés aux élèves. Celles-ci sont multiples et peuvent entraîner un cercle de blocage et d'appréhension par les élèves.

En premier lieu, l'exercice de résolution de problèmes commence par une capacité nécessaire de lecture. L'élève peut, d'ores et déjà, être en difficulté si la lecture n'est pas acquise ou pas fluide. Puis à la lecture est liée la compréhension. La compréhension globale de ce que l'élève lit comme la compréhension précise de cet énoncé peut être une seconde difficulté que va rencontrer l'élève. Dans cette lecture et la compréhension qui en suit, un certain vocabulaire peut encore complexifier la tâche. Les problèmes du type « de plus » ou « de moins » créent bien souvent une confusion chez les élèves. Ces mots peuvent induire qu'il faut ajouter ou au contraire soustraire par exemple : « Enzo a 8 ans, il a 4 ans de plus que sa sœur », pour trouver l'âge de la sœur les élèves peuvent s'appuyer, à tort, sur le mot inducteur « de plus » et comprendre qu'il faut additionner 8+4.

Au-delà de la compréhension ensuite, se pose la difficulté de l'interprétation ou de la représentation de ce problème : comprendre l'énoncé ce n'est pas seulement savoir ce que veulent dire les mots de l'énoncé, mais aussi comprendre ce qu'on sait et ce qu'on cherche. Ici s'ajoute

---

<sup>11</sup> BLANQUER J-M., Bulletin Officiel spécial n°3 du 5 avril 2018. La résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Education.gouv*

<sup>12</sup> HOUDEMENT C., La résolution de problèmes en question - [http://melaniegauche.free.fr/p2\\_reso\\_pb/Houdement2003.pdf](http://melaniegauche.free.fr/p2_reso_pb/Houdement2003.pdf)

la difficulté que peut représenter la question. Dans un problème, la question se situe à la fin de l'énoncé. On lit donc un énoncé sans savoir à l'avance ce qu'on cherche.

Enfin dans l'énoncé les données peuvent être sources de difficulté : il s'agit, dans certains problèmes, d'identifier les données utiles puis d'identifier le type d'opération à mobiliser.

Selon l'article *Catégorisation des problèmes en mathématiques, un enjeu langagier majeur* du Centre Alain Savary de l'Institut Français de l'Éducation, « *les différents points de vue de recherche montrent que les difficultés des élèves relèvent de trois domaines :*

- *le passage au symbolisme du langage mathématique*
- *l'étude langagière des textes des énoncés, pour comprendre les implicites mathématiques*
- *la double tâche (la résolution d'une part, identifier l'objet mathématique de l'autre) »<sup>13</sup>*

Mais les études menées par Andrée Dumas-Carré, Monique Goffard et Daniel Gil apportent un éclairage différent sur la difficulté. Ces derniers rapprochent l'activité de résolution de problèmes de celle des chercheurs et dès lors, « *l'idée de difficulté change de statut : elle perd sa connotation négative »<sup>14</sup>*. Même si leurs recherches sont assez anciennes et s'appuient sur l'étude de lycéens, cette conception de la difficulté peut également être envisagée en cycle 2. Ainsi, « *résoudre un problème ne se limite pas à se rappeler une solution déjà vue mais consiste à chercher, essayer, surmonter des obstacles »<sup>14</sup>*, ce qui constitue la tâche même du chercheur. Selon Dumas-Carré, Goffard et Gill, « *les difficultés, dans ce cadre, ont alors un rôle positif ; une difficulté explicitée, située, surmontée au cours d'un problème donné constitue un apprentissage pour les problèmes suivants, alors qu'éviter ou contourner la même difficulté (ce qui est très souvent fait dans les problèmes usuels) n'apporte rien en termes d'apprentissage. »<sup>14</sup>* Ici on peut déjà identifier l'enjeu du temps laissé à la recherche. Houdement propose de « raconter » les problèmes, les traduire. Il s'agit pour l'enseignant de « raconter « l'histoire » du problème en prenant appui sur le schéma »<sup>15</sup> comme l'explique le Guide Mathématiques - Pour enseigner les nombres, le calcul et la résolution de problèmes au CP. Même si ce guide vise le CP, cette idée d'oralisation appuyée par Houdement garde sa place durant tout le cycle 2. Cette

---

<sup>13</sup> Centre Alain Savary, *Catégorisation des problèmes en mathématiques, un enjeu langagier majeur* - <http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/mathematiques-en-education-prioritaire/categorisation-des-problemes-en-mathematiques-un-enjeu-langagier-majeur>

<sup>14</sup> DUMAS-CARRE A., GOFFARD M., GILL D., *Difficultés des élèves liées aux différentes activités cognitives de résolution de problèmes* - <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA014-05.pdf>

<sup>15</sup> Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, *Guide Mathématiques CP 2020, Pour enseigner les nombres, le calcul et la résolution de problèmes au CP*

idée de raconter le problème plutôt que simplement lire l'énoncé est bien illustrée dans une vidéo de l'Académie d'Orléans Tours<sup>16</sup> où une enseignante est filmée dans sa classe lors d'une séance de résolution d'un problème ouvert. Elle ne lit pas l'énoncé aux élèves pour lancer la séance, mais raconte ce qui se passe dans ce problème, sans nécessairement suivre l'ordre exact de l'énoncé et en s'arrêtant sur des mots qui peuvent compliquer la compréhension. Raconter le problème peut permettre d'impliquer davantage les élèves, donner vie de façon plus concrète à celui-ci.

## 1.2. La schématisation

### 1.2.1. Qu'est-ce qu'un schéma ?

Le mot « schéma » tire son origine étymologique du grec « skêma » qui signifie « forme, figure ». Mais le terme « schéma » est polysémique, il peut varier en fonction de la discipline dans laquelle il est employé. Parmi les définitions données du schéma, le Larousse parle de « *dessin, tracé figurant les éléments essentiels d'un objet, d'un ensemble complexe, d'un phénomène, d'un processus et destinés à faire comprendre sa conformation et/ou son fonctionnement* ». On voit apparaître l'idée de faire apparaître les « éléments essentiels », pour en « faire comprendre » quelque chose, mais apparaît également le terme « dessin » qui n'est pourtant pas ce qui est attendu dans un schéma d'un problème mathématique.

Le CNRTL parle de « *Représentation graphique réduite à l'essentiel, et souvent symbolique, mais où toutes les informations se trouvent données de façon précise* »<sup>17</sup>. Ici encore « l'essentiel » prend sa place.

Schématiser c'est comprendre, se questionner, analyser, faire apparaître ce qu'on doit retenir de l'énoncé. Mais schématiser ce n'est pas représenter la réalité. Trois enfants se partagent des bonbons : le schéma ne fera pas apparaître trois enfants habillés, aux cheveux courts etc. Faire un schéma pour s'aider à résoudre un problème fait appel aux capacités d'abstraction de l'élève. Alain Descaves<sup>18</sup> énonce les différents degrés d'abstraction dont l'élève est capable pour

---

<sup>16</sup> Académie d'Orléans-Tours, Résolution de problèmes ouverts 2016, <https://www.dailymotion.com/video/x59tzm0>

<sup>17</sup> Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL)

<sup>18</sup> DESCAVES A., Comprendre des énoncés, résoudre des problèmes, Hachette éducation, 1992, Paris

représenter l'énoncé du problème. Il souligne également l'importance d'enseigner cela aux élèves : schématiser s'apprend, c'est développer des outils pour représenter de façon abstraite.

Faire appel à la schématisation dans la résolution de problèmes en classe, c'est d'abord déconstruire cette idée que les schémas c'est pour les petits, d'où l'importance de distinguer le schéma du dessin. Il s'agit d'enseigner le schéma comme une aide, comme l'écriture qui peut servir d'aide à la pensée. L'idée est d'enseigner le schéma comme un appui possible pour s'aider à raisonner. Possible car le schéma doit être un choix, une aide proposée aux élèves, qui choisissent ou non de l'utiliser. Pour certains cela permettra d'éclaircir l'énoncé et ce qui est attendu, pour d'autres, le schéma pourra être vu comme une contrainte supplémentaire de production, auquel cas demander un schéma n'aurait pas de sens. S'appuyer sur un schéma doit rester une proposition, que chacun saisit ou non.

### **1.2.2. Qu'en disent les instructions officielles ?**

Au cycle 2, la schématisation apparaît dans les programmes de 2020 qui parlent d'articuler « *le concret et l'abstrait* »<sup>19</sup> dans l'idée d'amener à la représentation. En mathématiques, en effet, l'une des compétences à développer est de « représenter » ce qui se traduit notamment par la capacité à « *Appréhender différents systèmes de représentations (dessins, schémas, arbres de calcul, etc.)*. »<sup>19</sup>

### **1.2.3. Les différents types de schémas**

Utiliser la schématisation dans la résolution de problème implique d'enseigner à schématiser, mais d'abord d'enseigner la différence entre un schéma pour réfléchir, un schéma pour expliquer, ou encore un schéma pour apprendre.

En classe, on utilise parfois le schéma pour apprendre dans les leçons sous forme de carte mentale par exemple. Ensuite, en résolution de problèmes l'élève peut schématiser pour réfléchir : quand il est seul face à l'énoncé, il peut schématiser ce qui a de l'importance pour lui et qui va lui permettre de résoudre le problème. Peut-être qu'il aura des codes personnels ou que certains éléments n'apparaîtront pas parce qu'il n'en a pas besoin. S'il doit expliquer en revanche, l'élève devra faire apparaître dans son schéma tout ce qui est nécessaire pour comprendre le problème et de façon clairement codifiée pour être compris des autres.

---

<sup>19</sup> Eduscol, Programme du cycle 2

Apparaît ainsi l'idée qu'il faut un code commun, a minima au sein de la classe, pour parler la même langue de schématisation. Parmi les schémas communs, on peut définir trois registres de représentation selon Bruner (1973) et Barth (1987) :

- le mode enactif ou sensori-moteur qui concerne surtout le jeune enfant qui a besoin d'expérimenter pour comprendre l'information, « *il s'agit d'apprendre par le faire* »<sup>20</sup> la manipulation
- le mode iconique ou visuel qui « *amène à se représenter quelque chose sans l'avoir devant les yeux* »<sup>20</sup>, l'élève apprend à représenter
- le mode symbolique où l'enjeu est de passer à une représentation symbolique, abstraite

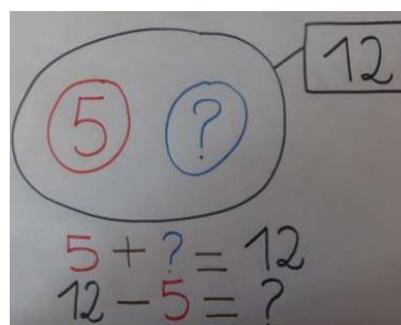
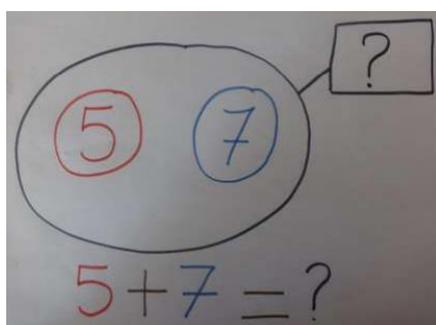
L'idée étant que la représentation évolue avec l'âge : l'élève doit apprendre à passer du concret de la manipulation, à l'abstrait de la représentation schématique. Pour accompagner dans l'apprentissage de la représentation, il faut enseigner la schématisation.

Les types de schémas sont nombreux, et l'enjeu est que chaque élève s'approprie quelque chose qui lui fasse sens. Dans le cadre de ce travail de recherche seulement deux grands types de schémas seront développés : la représentation en « patates » et la modélisation en barres.

### 1.2.3.1. La représentation en « patates »

La représentation en « patates » s'illustre particulièrement dans les problèmes dans lesquels on recherche un tout ou une partie<sup>21</sup> :

- Léo a 5 billes rouges et 7 billes bleues. Combien a-t-il de billes en tout ? → On cherche un tout.
- Léo a 5 billes rouges et d'autres bleues. Il a 12 billes en tout. Combien a-t-il de billes bleues ? → On cherche une partie.



<sup>20</sup> BRUNER, Les modes de représentation - [http://www.ac-grenoble.fr/ml38/IMG/pdf/Tableau\\_des\\_modes\\_de\\_representation\\_-\\_Bruner.pdf](http://www.ac-grenoble.fr/ml38/IMG/pdf/Tableau_des_modes_de_representation_-_Bruner.pdf)

<sup>21</sup> JULLIEN-HALLOT A., L'enseignement explicite de la résolution de problèmes additifs au cycle 2, Circonscription de Compiègne, Janvier 2019 [http://compiègne.dsden60.ac-amiens.fr/IMG/pdf/l\\_enseignement\\_explicite\\_de\\_la\\_resolution\\_de\\_problemes\\_additifs.pdf](http://compiègne.dsden60.ac-amiens.fr/IMG/pdf/l_enseignement_explicite_de_la_resolution_de_problemes_additifs.pdf)

### 1.2.3.2. La modélisation en barres

La méthode de la modélisation en barres, quant à elle, est une stratégie de résolution de problèmes qui est caractéristique du programme de mathématiques de Singapour. L'idée de cette méthode est de s'appuyer sur le concret avant de passer à l'abstrait :

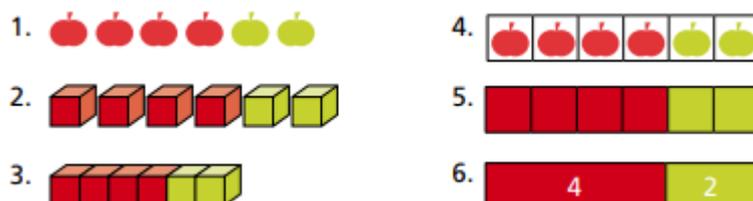
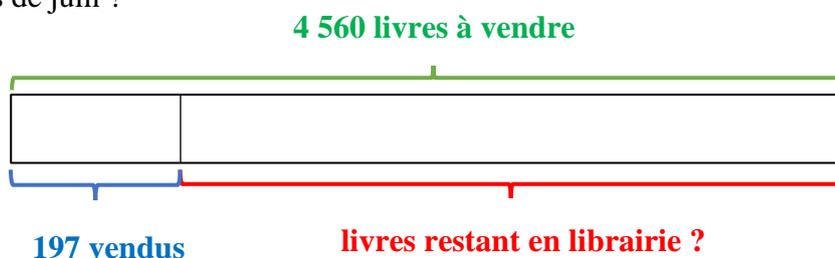


Image tirée du guide pédagogique CE1 Méthode de Singapour, la Librairie des Ecoles

Les 4 pommes rouges et les 2 pommes vertes sont rendues abstraites par étapes, afin de parvenir à une modélisation en barres, qui est un schéma à l'inverse du dessin initial.

La méthode de Singapour vise à considérer qu'une représentation visuelle en barres permet aux élèves « d'interagir avec le problème ». <sup>22</sup> Cette représentation leur permet d'avoir une « idée précise des quantités qui sont connues et de celles qu'il faut trouver, les aide à percevoir les liens entre ces différentes quantités, renforce leur capacité à choisir quelle opération utiliser et améliore leur compréhension globale du problème » <sup>22</sup>. Cette représentation imagée va leur permettre de compter et calculer. La modélisation en barres « fonctionne aussi bien pour les relations de type « partie-tout » et de comparaison au CE1 que pour les notions de proportion du CM2 à la 4<sup>e</sup> » <sup>22</sup>.

Exemple : Dans la librairie de Joseph, il y avait en début du mois de juin 4 560 livres à vendre. Joseph en a vendu 197 durant le mois. Combien Joseph a-t-il de livres en librairie à la fin du mois de juin ?



<sup>22</sup> La Librairie des Ecoles, 2017, Guide pédagogique, CE1, [https://www.lalibrairiedesecoles.com/wp-content/uploads/2017/06/unite09\\_CE1\\_guide\\_pedagogique-1.pdf](https://www.lalibrairiedesecoles.com/wp-content/uploads/2017/06/unite09_CE1_guide_pedagogique-1.pdf)

Si ce type de schéma peut aider à calculer et résoudre, il nécessite tout de même un certain degré de compréhension du problème pour pouvoir le représenter. Cette modélisation en barres présente en effet certaines difficultés d'apprentissage recensées par le guide pédagogique parmi lesquelles : « *Accepter le fait qu'une barre courte puisse représenter un grand nombre ou une quantité importante, Étiqueter les différentes parties de la (ou des) barre(s), Choisir quelle opération utiliser pour résoudre le problème* »<sup>23</sup>. D'où l'importance de se pencher sur les intérêts, mais aussi les limites de la schématisation.

#### 1.2.4. Les intérêts et limites de la schématisation

Agnès Camus-Musquer<sup>24</sup>, docteure en Sciences de l'Éducation, considère que le schéma importe moins dans la résolution de problèmes qu'un processus de symbolisation. Elle souligne le fait que, selon elle, la schématisation n'a d'intérêt que si elle provient de l'élève. Faire un schéma doit donc s'apprendre de façon explicite.

« *L'objectif de ce travail de schématisation est essentiellement langagier. Il permet le passage du langage ordinaire au langage mathématique, et il favorise la compréhension, grâce à l'explicitation des relations entre des objets d'enseignement et leur structure* »<sup>25</sup>. Pourtant, l'enjeu est bien d'arriver au schéma : certains élèves sont bloqués dans leur compréhension avant même de pouvoir en réaliser une représentation.

Compte-tenu du fait qu'il est de la responsabilité de l'enseignant de réfléchir aux remédiations à mettre en place pour aider les élèves en difficulté, j'ai fait le choix, dans ce travail de recherche, de m'intéresser à la schématisation comme support potentiel à la résolution de problèmes, comme aide à la compréhension de ceux-ci. Je fais donc l'hypothèse que le schéma permet à l'élève de s'imaginer le problème et de se le représenter pour visualiser plus clairement l'opération à effectuer pour résoudre le problème. Ainsi, dans cette deuxième partie, nous allons tenter de répondre à la problématique qui était la suivante : « **En quoi le recours à la schématisation peut-il aider un élève de CE2 à résoudre des problèmes mathématiques ?** »

---

<sup>23</sup> La Librairie des Ecoles, 2017, Guide pédagogique, CE1, [https://www.lalibrairiedesecoles.com/wp-content/uploads/2017/06/unite09\\_CE1\\_guide\\_pedagogique-1.pdf](https://www.lalibrairiedesecoles.com/wp-content/uploads/2017/06/unite09_CE1_guide_pedagogique-1.pdf)

<sup>24</sup> CAMUS-MUSQUER A., L'activité de schématisation réfléchie. Actualité de recherche en Education et en formation, 2007, Strasbourg

<sup>25</sup> Centre Alain Savary, Catégorisation des problèmes en mathématiques, un enjeu langagier majeur - <http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/mathematiques-en-education-prioritaire/categorisation-des-problemes-en-mathematiques-un-enjeu-langagier-majeur>

## **2. PARTIE 2 : La schématisation dans la résolution de problèmes en pratique**

---

### **2.1. La méthode**

Afin de répondre à la problématique précédemment rappelée, et de voir l'impact de l'expérimentation menée dans cette classe de CE2, il semble nécessaire de contextualiser rapidement la situation. La présentation de l'établissement, des élèves concernés par ce travail, du matériel et des méthodes utilisés facilitera la compréhension de ce travail de recherche.

#### **2.1.1. Le terrain d'étude et les participants**

L'étude s'est déroulée à l'école élémentaire du 12-14 rue d'Alésia, située dans le 14<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. Cette école publique compte plus de 450 élèves répartis en 18 classes du CP au CM2. Le travail de recherche présenté ici a été expérimenté dans la classe de CE2 dont j'ai la charge à mi-temps avec ma binôme. C'est une classe de 29 élèves : 13 filles et 16 garçons, âgés de 7 à 9 ans. Le niveau est très hétérogène, ce qui implique une différenciation quotidienne. Certains élèves en grande difficulté sont peu aidés à la maison en ce qui concerne l'école (parents dans le conflit avec l'école, parents isolés qui travaillent beaucoup, barrière de la langue ou analphabétisme). Ces élèves ne connaissent souvent pas leurs leçons et ont généralement du mal à établir des liens entre les séances, à s'approprier une méthode de travail et à la réinvestir. Cela a pour conséquence de creuser les écarts avec les élèves plus installés dans leur scolarité, qui connaissent leurs leçons et peuvent être accompagnés à la maison. Les écarts se notent notamment en lecture compréhension et en résolution de problèmes, exercices qui demandent des compétences de compréhension.

Sur le plan scolaire, il s'agit d'une classe motivée pour apprendre, malgré les quelques écarts de conduite de certains. C'est une classe où les élèves s'investissent dans les projets proposés. La limite à cette motivation se situe souvent dans la confrontation à la difficulté. Nombre de ces élèves sont encore assez jeunes et peu autonomes, se décourageant rapidement face à un problème. En manque de confiance, beaucoup peuvent abandonner ou chercher à regarder comment a fait le voisin plutôt que chercher par eux-mêmes. Il semble y avoir une certaine peur de l'erreur, malgré un climat qui se veut bienveillant, et donc une recherche de la bonne réponse plus que du cheminement pour la trouver.

### 2.1.2. Le déroulé et le recueil des données

Afin de répondre à la problématique soulevée, un travail en plusieurs temps s'est mis en place sur trois périodes.

Durant la première période, à la rentrée de septembre, un travail diagnostique a été fait afin d'identifier le niveau des élèves, de repérer d'éventuelles difficultés ou au contraire certaines facilités. Ce travail s'est appuyé sur deux séances de résolution de problèmes additifs et soustractifs, sans travail collectif préalable, volontairement.

La période 2 ensuite a été consacrée à un retour sur les situations additives et soustractives, mais avec l'introduction de l'outil de la modélisation en barres.

Enfin, en période 3, un travail de 6 séances autour d'un type de problème particulier a été réalisé. Celui-ci a eu lieu à raison de 2 séances par semaine pendant 3 semaines, durant lesquelles un autre type de schéma a été proposé et mis à disposition des élèves pour la séquence jusqu'à l'évaluation sommative.

#### Période 1 :

	Nom de la séance	Contenu de la séance	Objectif(s)
Séance 1	Evaluation diagnostique 1	Fiche de 5 problèmes, Situations additives et soustractives	Evaluer le niveau des élèves
Séance 2	Evaluation diagnostique 2	Fiche de 5 problèmes similaires, Situations additives et soustractives	

#### Période 2 :

	Nom de la séance	Contenu de la séance	Objectif(s)
Séance 1	Les problèmes de référence	Deux problèmes additifs résolus avec l'aide de la modélisation en barres	Découvrir la modélisation en barres
Séance 2	Leçon sur la résolution de problèmes	Institutionnalisation des attendus dans la résolution d'un problème	Construire une leçon de ce qui est attendu dans une résolution de problèmes

Séance 3	Entrainement 1	Rappel en collectif de la procédure de résolution	S'entraîner à comprendre un énoncé
Séance 4	Entrainement 2	Recherche individuelle	Utiliser la modélisation en barres si besoin
Séance 5	Entrainement 3	Proposition de schémas par les élèves Résolution individuelle puis collective	Résoudre efficacement un problème de type additif/soustractif
Séance 6	Evaluation sommative	Problème similaire au problème de référence, schématisation possible mais non obligatoire	Evaluer la progression des élèves en résolution de problèmes additifs

Période 3 :

	Nom de la séance	Contenu de la séance	Objectif(s)
Séance 1	Le problème de référence (l'autobus)	Découverte collective du problème de l'autobus, résolution individuelle puis collective	S'approprier un nouveau type de problème Se saisir de l'outil schéma
Séance 2	Entrainement 1	Problème similaire au problème de référence	Réinvestir les apprentissages
Séance 3	Entrainement 2	Différenciation : problèmes similaires à l'autobus : 5 élèves avec moi, les autres autonomie	S'entraîner à résoudre un problème similaire au problème de référence S'approprier l'outil schéma
Séance 4	Entrainement 3		
APC	Remédiation		
Séance 5	Entrainement 4	Différenciation (comme en séances 3 et 4)	
Séance 6	Evaluation sommative	Evaluation : problème similaire au problème de référence	Evaluer l'acquisition de la résolution de ce type de problème

Ces différents temps de travail ont tous été organisés de manière à penser une progression. Après avoir pu faire un bilan des capacités et des difficultés de chaque élève, un travail détaillé et adapté a pu être pensé. Deux séquences ont été construites, à partir de problèmes de référence pouvant servir de point d'appui pour les élèves lors des séances d'entraînement (ce problème de référence et sa résolution étant copiés sur une affiche accrochée dans la classe dans la partie des affichages de mathématiques, cf. annexe 2 page 37). Dans chacune de ces séances, le ou les problème(s) de référence ont été travaillés collectivement lors de la première séance, alternant des temps de recherche individuelle avec des temps d'échanges en collectif, dans l'idée de donner aux élèves une référence sur la façon dont il était possible de résoudre les problèmes du même type que celui étudié.

La séance d'institutionnalisation a ensuite permis de dégager des attendus communs, à savoir faire figurer uniquement le calcul en ligne et la phrase réponse dans le cahier du jour, laissant toujours la possibilité d'utiliser l'ardoise ou le cahier de brouillon pour les recherches (schéma, calculs ou autre).

Les évaluations sommatives ont été pensées sur le même modèle : il n'était attendu pour l'évaluation que le calcul en ligne et la phrase réponse, ce qui était indiqué par les deux lignes figurant sous l'énoncé du problème. Lors de ces évaluations, les élèves avaient également une feuille de brouillon sur laquelle pouvaient figurer leurs recherches ; il avait été dit clairement aux élèves que cette feuille n'avait pas vocation à être évaluée, mais pouvait servir à faire comprendre leur démarche.

Par la suite des séances d'entraînement reprenant des problèmes similaires au problème de référence ont été faites régulièrement de façon à laisser les élèves travailler de plus en plus seuls.

#### *2.1.2.1. Période 1 : L'évaluation diagnostique*

Afin de situer les élèves et de repérer les besoins, deux fiches de cinq problèmes à chaque fois ont été données à faire sur deux séances courant septembre. Ceci s'est fait avec très peu d'accompagnement, et n'avait pas pour objectif de travailler une notion en particulier, mais véritablement d'évaluer chaque élève. Cette évaluation diagnostique s'est faite en deux temps sur deux séries de problèmes (cf. annexe 3 pages 38-39), en deux jours différents pour tenir compte du temps d'adaptation dont chaque élève a eu besoin à la rentrée de septembre pour se réadapter à la recherche, au travail sur la durée, et à l'évaluation.

### 2.1.2.2. Période 2 : La découverte de la modélisation en barres

Les problèmes additifs ayant révélé une certaine hétérogénéité dans les niveaux, en période 2 un travail sur les problèmes additifs et soustractifs a été fait en mettant à disposition des élèves un nouvel outil : la modélisation en barres. L'objectif était de permettre à tous de progresser en s'appuyant ou non sur cet outil proposé. La séquence s'est construite autour de deux problèmes de référence, travaillés collectivement. Ces problèmes ont été proposés de façon réfléchie pour exposer les différentes situations pouvant être rencontrées par les élèves, et pour proposer chaque fois un schéma correspondant.

#### *Problème de référence A :*

Louis collectionne les cartes Pokémon. Il en avait 200 hier, mais ce matin il n'en retrouve que 162. Combien en a-t-il perdu ?

#### *Problème de référence B :*

Il y a 29 élèves en CE2A, 30 élèves en CE2B et 28 élèves en CE2C. Combien y a-t-il d'élèves de CE2 en tout dans cette école ?

L'idée en proposant ces deux problèmes était de présenter deux situations différentes que les élèves peuvent rencontrer. L'objectif était de résoudre un problème où c'est une partie qui est recherchée (comme dans le problème de référence A) et un problème où c'est le tout qui est recherché (comme dans le problème de référence B), afin d'exposer les schémas correspondant à chaque situation.

Dans le deuxième problème, figurent volontairement trois données (nombre d'élèves dans trois classes) afin de ne pas laisser sous-entendre aux élèves que dans la modélisation en barres ne pouvaient figurer que deux données. Il a été pensé préférable de ne pas systématiser une modélisation avec deux parties et un tout, pour ne pas mettre les élèves dans une situation d'échec le jour où il seront confrontés à plus de 2 parties.

Une leçon a été créée par la suite pour rendre explicites les attendus en résolution de problèmes (cf. annexe 4 page 40), puis très régulièrement des problèmes similaires ont été proposés pour systématiser la méthode, permettre à chacun de s'appropriier ou non le schéma et progresser en résolution de problèmes (cf. annexe 5 page 40). Enfin une évaluation sommative a été effectuée en fin de séquence, évaluation constituée d'un problème très similaire au problème de référence A, et donc également proche des problèmes proposés régulièrement lors des entraînements (cf. annexe 6 page 41).

### 2.1.2.3. Période 3 : Le problème de l'autobus : un nouveau schéma

A la suite de cette séquence, un nouveau type de problème a été proposé aux élèves avec l'idée de continuer à utiliser le schéma comme outil d'aide, mais sous une forme schématique différente. Cette séquence s'est construite à partir du travail du Conseiller Pédagogique Sébastien Moisan et du Professeur de Mathématiques Marie-Claire Jollivet<sup>26</sup>, en s'inspirant de leur problème de référence « l'autobus Angoulême-Montmoreau ».

La première séance de cette séquence visait à prendre le temps de détailler collectivement les différentes étapes importantes pour comprendre ce type de problème, puis les démarches à faire pour pouvoir le résoudre. Le problème qui a été proposé aux élèves en problème de référence a été légèrement modifié par rapport au travail de Moisan et Jollivet dans le but de le rendre plus concret pour les élèves, c'est-à-dire que les noms de villes ont été remplacés par des noms d'arrêt de bus faisant partie du quotidien des élèves car se situant dans le quartier de leur école.

#### *Problème de référence I :*

**L'autobus Porte d'Orléans – Denfert-Rochereau**

Un autobus part de la Porte d'Orléans à destination de Denfert Rochereau.

Il fait un arrêt à Alésia et un arrêt à Mouton Duvernet.

30 passagers montent dans le bus à l'arrêt Porte d'Orléans.

A Alésia, 12 passagers descendent et 6 passagers montent.

A Mouton Duvernet, 3 passagers descendent et 8 passagers montent.

Combien de passagers arrivent à Denfert Rochereau ?

Un long travail a été fait durant cette première séance pour prendre le temps de détailler collectivement l'énoncé : phrase par phrase le problème a été dévoilé et explicité tel que l'on peut le voir dans la fiche de préparation (cf. annexe 7 pages 42-43). Ce travail si détaillé et indispensable a été permis grâce au travail de Moisan et Jollivet qui insistent sur l'importance de partir d'éléments de la vie des élèves, et de prendre le temps de faire ce travail de compréhension étape par étape, en collectif pour tout décrypter.

---

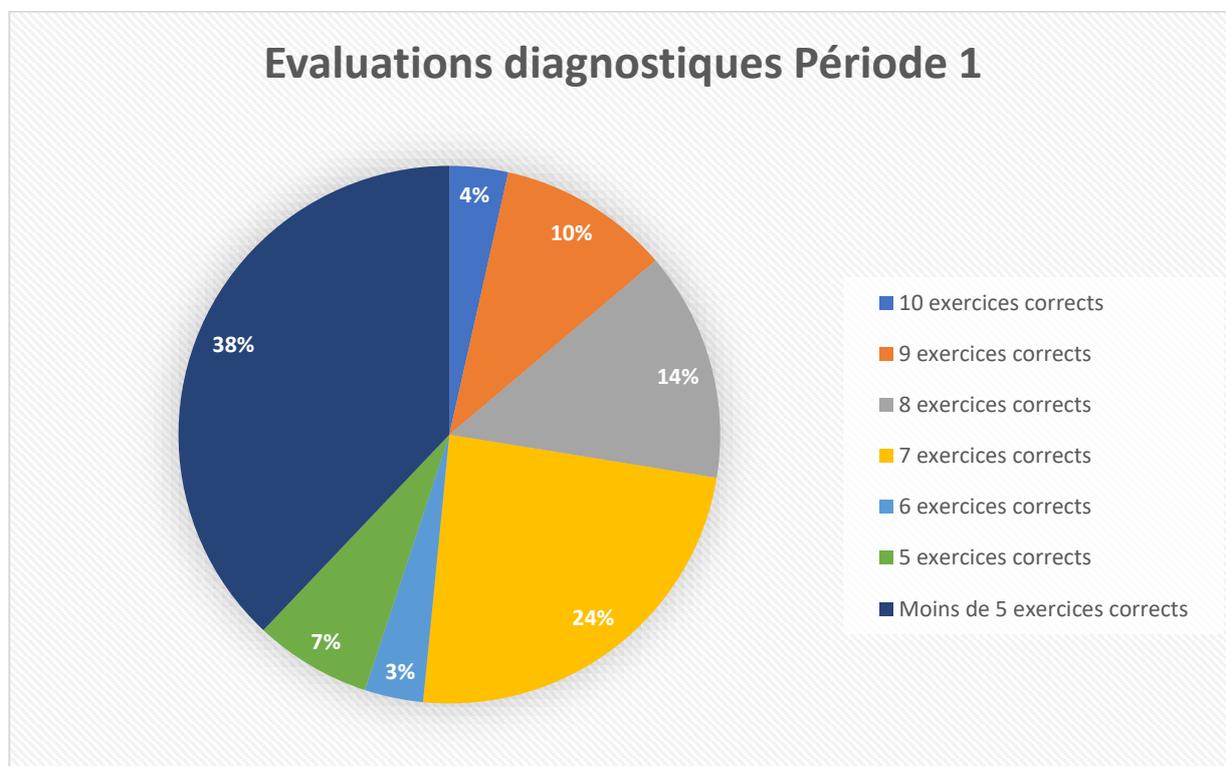
<sup>26</sup> MOISAN S., JOLLIVET M-C., 8 séquences pour résoudre des problèmes au cycle III – Situations expérimentées en cycle III dans deux classes à cours multiples de la circonscription d'Angoulême Sud à Bonnes CM1-CM2 et à Chavenat CE2-CM1-CM2 - [http://ww2.ac-poitiers.fr/dsden16-pedagogie/IMG/pdf/8\\_sequences\\_resoudre\\_problemes\\_cycle\\_3.pdf](http://ww2.ac-poitiers.fr/dsden16-pedagogie/IMG/pdf/8_sequences_resoudre_problemes_cycle_3.pdf)

A la suite de cette séance, quatre problèmes similaires ont été proposés durant quatre séances d'entraînement (cf. annexe 8 page 44). La première séance avec une recherche individuelle puis un temps collectif, puis durant les séances suivantes un travail de différenciation a été mis en place : la classe travaillait sur le même problème mais un groupe, différent à chaque fois, était accompagné plus spécifiquement avant le temps collectif. Une séance d'APC également a été consacrée à cette séquence pour donner aux élèves les plus en difficulté les clefs pour comprendre. Enfin une évaluation sommative a été réalisée pour évaluer l'acquisition des élèves et mesurer les apports de ce travail (cf. annexe 9 page 45).

## 2.2. Les résultats de l'étude

### 2.2.1. Les données recueillies lors des évaluations diagnostiques

Les évaluations diagnostiques réalisées en période 1 ont montré une certaine faiblesse en résolution de problèmes. En prenant en compte les dix problèmes sur lesquels les élèves ont chacun eu à travailler, voici ce qui en est ressorti : environ la moitié de la classe a réussi 7 exercices ou plus, et plus d'un tiers de la classe en a réussi moins de 5 (soit moins de la moitié des exercices).



Ces calculs et ce graphique mettent en lumière une certaine disparité : une bonne partie de la classe a bien réussi ces problèmes additifs, là où un bon tiers a rencontré beaucoup de difficultés (par exemple : 3 élèves n'en ont réussi aucun et 5 élèves n'en ont réussi que 2).

*A noter : pour pouvoir en faire des statistiques, les exercices non faits ont été comptés comme non réussis (le temps ayant été laissé à chaque élève selon ses besoins).*

## 2.2.2. Les données recueillies au cours des séquences 1 et 2

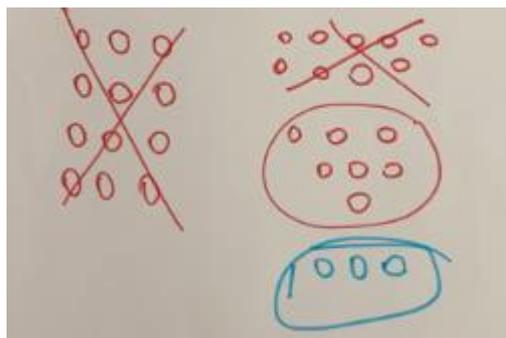
La séquence réalisée en période 2 a permis d'introduire l'outil de la modélisation en barres pour permettre aux élèves de progresser dans la résolution de problèmes additifs, puis en période 3 l'idée de schématiser a été conservée, mais en adaptant le schéma au nouveau type de problème rencontré. Ces deux séquences ont laissé apparaître trois éléments à noter :

- la difficulté pour certains élèves à faire la distinction entre dessin et schéma
- l'enjeu, pour certains élèves en difficulté dans la résolution de problèmes, pour accéder à l'étape du schéma
- un questionnement sur le sens que les élèves donnent à ce schéma : le voient-ils réellement comme une aide ou bien comme une tâche supplémentaire ?

### 2.2.2.1. Accéder à l'étape du schéma

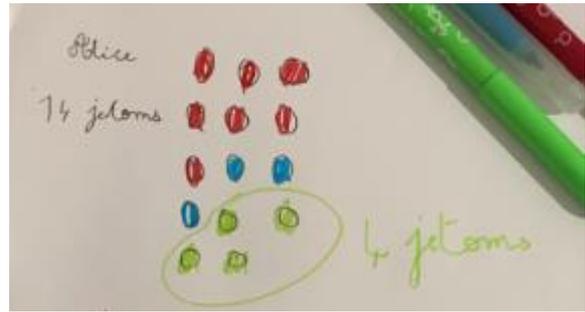
Ce travail de recherche avait pour objectif d'étudier la façon dont le recours au schéma pouvait aider à résoudre un problème. Mais une difficulté non anticipée s'est dévoilée au cours de ce travail : pouvoir faire un schéma, c'est déjà avoir compris, du moins en partie, l'énoncé. Or les élèves en difficulté dans cette classe semblent avoir du mal à décrypter l'énoncé et pouvoir passer au schéma n'était par conséquent pas évident pour tous. Il est compliqué de mesurer cette difficulté et de la comptabiliser mais le problème D (cf. annexe 5 page 40) où était recherché le nombre de jetons verts a été pensé comme assez facile, et visait à inciter les élèves à ne recourir à la schématisation que si celle-ci leur offrait une aide.

Un des élèves particulièrement en difficulté dans cette classe a été observé plus précisément lors de cette séance et son schéma peut témoigner des difficultés qu'il a rencontrées. Il a d'abord fallu longuement l'encourager à produire pour parvenir à ce résultat, et lui conseiller d'utiliser ses feutres pour représenter les jetons de différentes couleurs. Malgré cette aide, l'élève a été laissé seul par



la suite et a produit ce schéma, qui témoigne d'une véritable difficulté de compréhension. L'énoncé mentionnait 7 jetons rouges et 3 jetons bleus, pourtant ses premiers essais questionnent.

Sa voisine a proposé de l'aider, et ils ont pu produire ceci, que l'élève en difficulté a été en capacité d'expliquer par la suite, ce qui indique qu'il semble avoir compris après une aide. Il a su exprimer que ce qui l'avait débloqué a été de commencer par représenter les 14 jetons sans couleur.

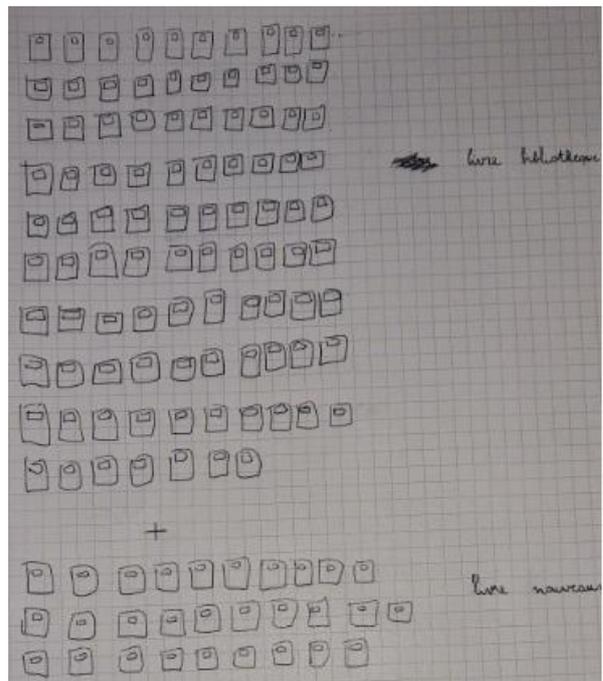


### 2.2.2.2. Faire la distinction entre schéma et dessin

Les problèmes proposés aux élèves étaient, autant que possible, ancrés dans des situations pouvant évoquer quelque chose aux élèves afin d'en faciliter la compréhension. Mais à la fois, il semblerait que ce côté réaliste ait pu empêcher certains élèves de passer à l'abstrait, rendant leurs schémas plus proches d'un dessin. Cela a pu se noter autant durant la première séquence que durant la seconde.

Durant la séquence 1, les élèves ayant choisi de dessiner plutôt que de schématiser comme cela avait été proposé en séance 1, se sont engagés dans un travail souvent long à réaliser, parfois décourageant, et peu efficace. Les productions présentées ici visaient à résoudre le problème C (cf. annexe 5 page 40) où était recherché le nombre de livres présents dans la bibliothèque de la classe. Ce choix fait par deux élèves de dessiner ou de représenter chaque livre individuellement a mené à un travail long et source d'erreurs.

Dans cette première production, on peut reconnaître le choix de l'élève de dessiner chaque livre, d'une part les 97 présents en début d'année, puis les 29 nouveaux achetés dans l'année. L'élève a fait preuve d'une stratégie en dessinant les livres par lignes de 10, rendant plus facile le comptage. Toutefois, sa production s'est stoppée à cette étape, il n'a pas été jusqu'à résoudre le problème, n'a pas produit de réponse (ni de calcul en ligne ni de phrase réponse). Il semblerait que



cette étape de recherche lui ait demandé beaucoup de temps et d'énergie, le déconnectant presque du but de sa recherche.

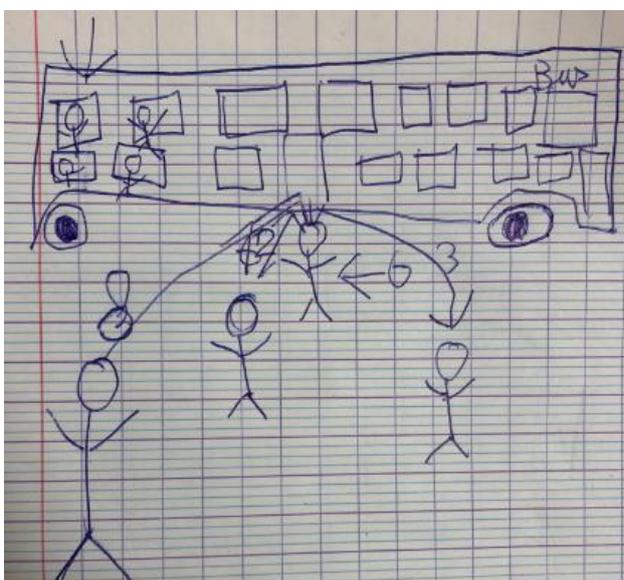
Cette deuxième production témoigne d'un degré d'abstraction légèrement supérieur, puisque les livres ont été représentés par des traits, stratégie plus rapide, mais on peut repérer



certaines hésitations derrière les ratures. L'élève semble avoir voulu regrouper également par lignes de 10, mais on peut voir que dans les 29 nouveaux livres à ajouter, il y a eu une erreur, il n'y a que 28 traits. Cette petite erreur, ainsi qu'une erreur de comptage certainement, ont mené l'élève à un résultat erroné ( $97+29 = 126$ )

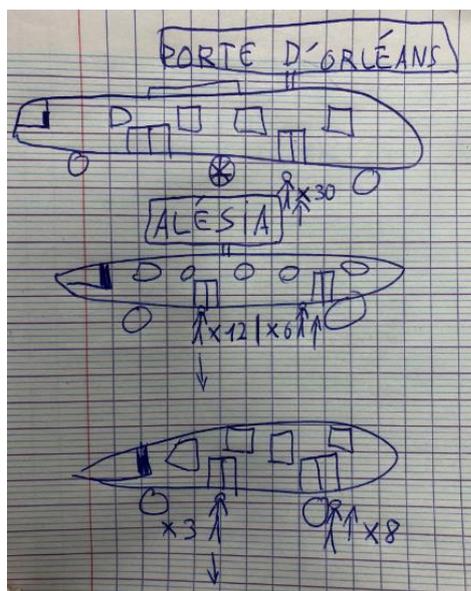
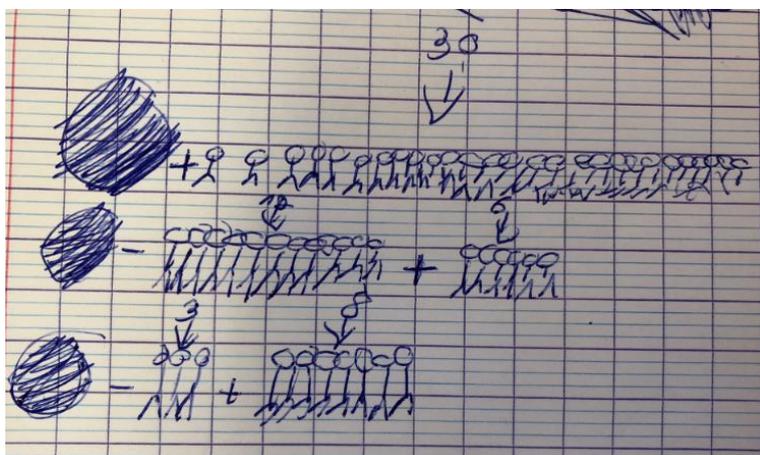
Cette confusion entre le dessin et le schéma s'est de nouveau retrouvée lors de la seconde séquence, notamment durant la séance 1 avec le problème de référence I, celui de l'autobus Porte d'Orléans – Denfert Rochereau (cf page 19). Sur 29 élèves, 8 ont pris le parti de dessiner un ou des autobus, et 12 élèves ont dessiné des personnages.

Dans cette première production, on voit un bus, avec ses fenêtres, ses roues, des personnes assises devant ces fenêtres puis d'autres personnes qui semblent indiquer combien montent et



combien descendent (d'après les chiffres indiqués à côté). Cette représentation a été faite assez rapidement par l'élève, mais ne lui a pas été d'une grande aide finalement pour résoudre le problème : il n'a été en capacité de proposer ni un calcul ni une réponse.

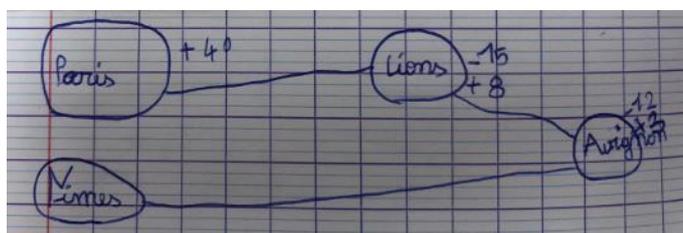
Dans cette deuxième production, l'élève n'a pas représenté l'autobus, mais a représenté chaque personne qui montait ou descendait de l'autobus. Ce travail a été long et minutieux, mais l'élève a commis une petite erreur, dessinant 7 personnes au lieu de 8 à la fin. Pourtant, il a su faire apparaître les bons signes (+ lorsque les personnes montaient et - lorsqu'elles descendaient) et a également indiqué le nombre de personnes concernées, ces nombres-là étant justes. Cette représentation a permis à l'élève d'aller au bout du problème et de le résoudre correctement.

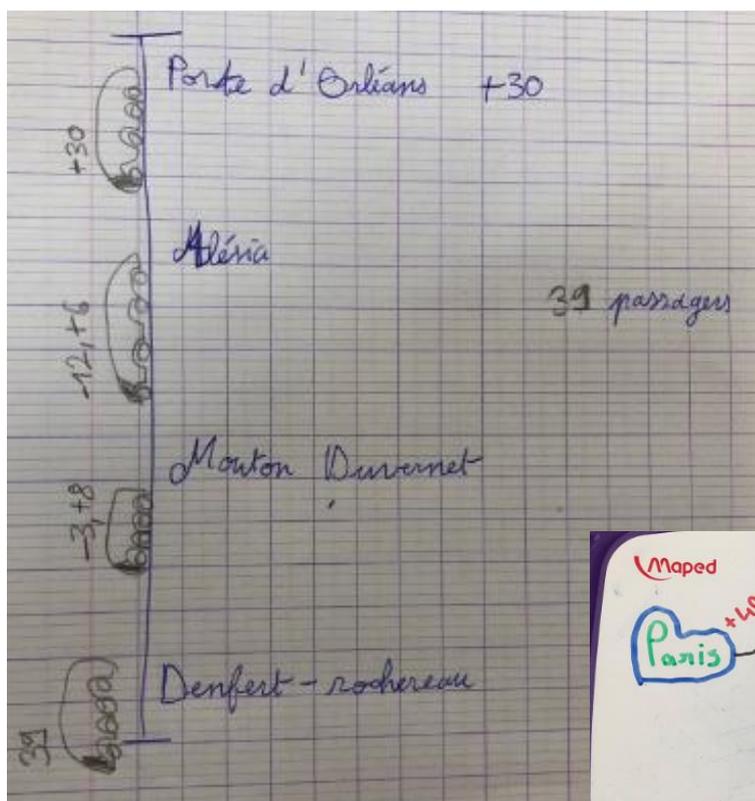


Dans cette troisième production, l'élève a représenté un autobus à chaque arrêt, ainsi que le nombre de personnes qui montent ou qui descendent, mais sans les représenter une par une. L'élève a trouvé une stratégie en dessinant une personne puis en indiquant « x30 » par exemple, pour indiquer le nombre de personnes, ainsi qu'une flèche qui indique si les personnes montent ou descendent. Cet élève a su schématiser des éléments importants, mais a perdu du temps avec les dessins des autobus.

Cette seconde séquence a été l'occasion de redéfinir la différence entre un dessin et un schéma. Lors de cette première séance, il a pu être observé que certains élèves avaient déjà atteint un réel degré d'abstraction, alors qu'un certain nombre d'autres élèves produisaient encore des dessins, avec les inconvénients que cela entraîne. Au cours de la séquence, il a pu être observé une évolution vers le schéma, comme en témoignent les productions des séances suivantes.

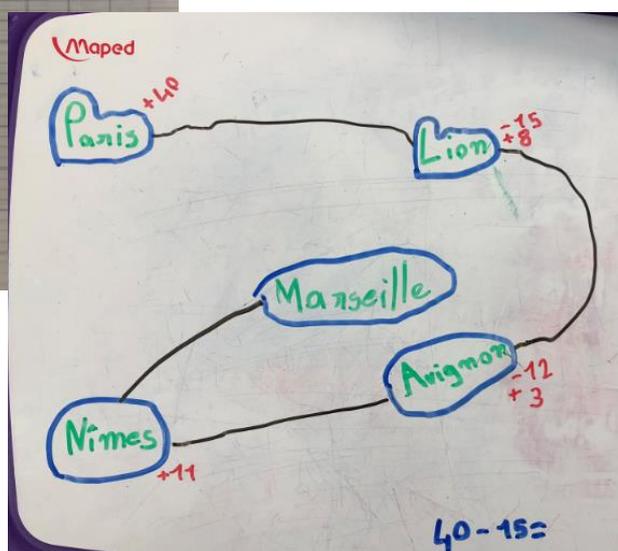
Problème K (cf. annexe 8 page 44)





Problème I (cf. annexe 8 page 44)

Problème K (cf. annexe 8 page 44)

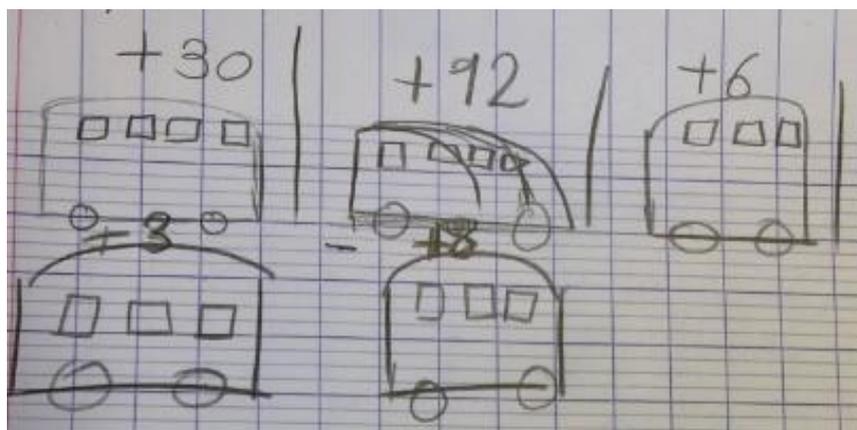


### 2.2.2.3. Le schéma : aide ou tâche supplémentaire ?

Ce travail de recherche a permis d'identifier des intérêts et des limites à la schématisation, mais une question supplémentaire s'est posée : cette proposition de passer par le schéma pour résoudre un problème a bien été exposée comme une aide possible, mais absolument pas comme une obligation. Or, les observations menées lors de ces séances de résolution de problèmes ont révélé le fait que certains élèves ne présentant pas de difficulté à résoudre un problème semblent avoir vécu cette proposition de schématisation comme un attendu supplémentaire.

Pour certains élèves sans difficulté dans la résolution de problème, cela s'est traduit comme un attendu supplémentaire qui a pu demander du temps mais n'a pas créé de difficulté particulière, mais pour d'autres, ce nouvel élément vu comme un attendu a pu créer de la confusion. Prenons pour exemple une des élèves de la classe, Lise, qui ne présente généralement pas de difficulté dans les apprentissages, mais qui peut manquer de confiance en elle et en son

travail. Lors de ces séances, il a pu être observé, qu'elle a souhaité schématiser, mais bien souvent ses schémas étaient peu en phase avec l'énoncé. Malgré tout, le problème était correctement résolu. Comme on peut le voir sur une de ses productions présentée ci-dessous, Lise a tenté de schématiser le problème de l'autobus (*problème de référence 1*). Outre le fait qu'elle a représenté cinq autobus, on peut remarquer « +30 », « +12 », « +6 », « +3 » et « +8 ». Or les signes devant ces nombres ne correspondent pas aux indications « personnes qui montent » ou « personnes qui descendent » : l'élève a indiqué systématiquement des « + », alors qu'à certains moments il a fallu retirer. Pourtant, dans sa résolution de problème l'élève a su noter correctement le calcul en ligne et a trouvé le bon résultat.



Cette élève qui est souvent en réussite a su m'expliquer qu'elle voulait produire un schéma car c'était ce qui était travaillé. Dans sa volonté de produire ce schéma, elle aurait pu s'induire seule en erreur. Cette situation est entrée en résonance avec le travail fait dans cette classe : la question s'est posée de savoir si le schéma, présenté comme une proposition, une aide possible, ne devenait pas, pour certains, un attendu pour « satisfaire la maitresse » ou « correspondre aux attentes ».

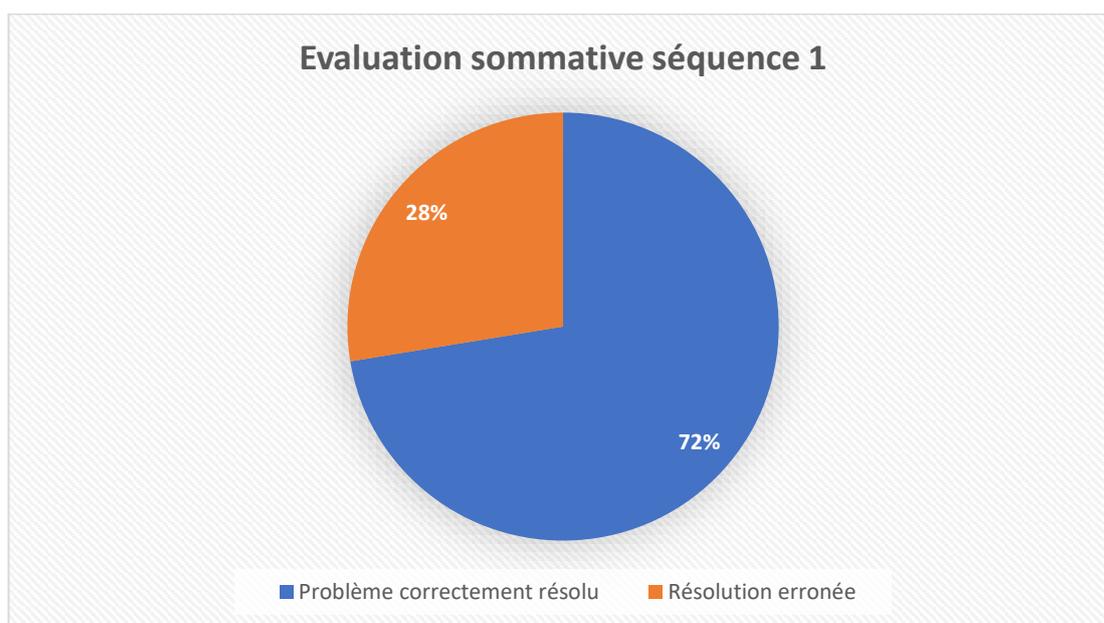
Cette observation a pu remettre en cause certaines façons de procéder avec les élèves, et par la suite, l'accent a été mis à chaque correction sur l'importance de s'appropriier une méthode qu'elle soit mentale, par le calcul, par le schéma ou autre. Cela a permis de penser à rappeler, sûrement davantage, l'aspect optionnel et personnel du schéma.

Certains élèves ont continué à en faire, d'autres, qui jusque-là produisaient parfois des schémas, se sont sentis libres de passer uniquement par le calcul.

### 2.2.3. Les résultats aux évaluations des séquences 1 et 2

A la fin de la séquence 1, une évaluation sommative a été réalisée (cf. annexe 6 page 41), et celle-ci a été relativement bien réussie. Elle reprenait la forme du problème de référence A (cf page 18), même si le contexte et les nombres étaient différents.

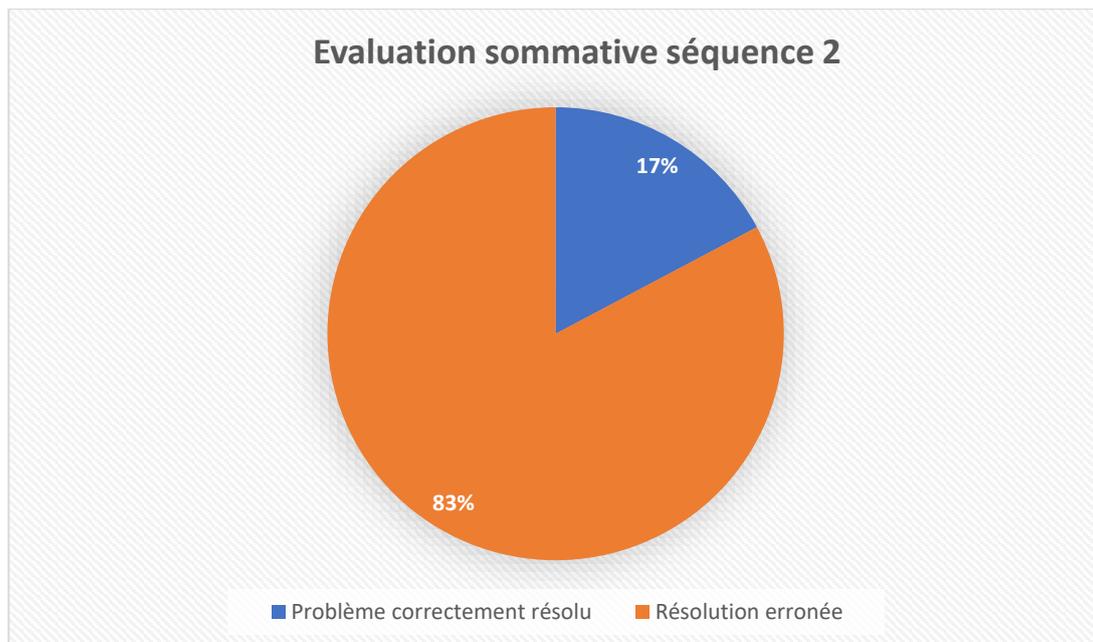
A la fin de la séquence 2, une évaluation sommative a également été réalisée (cf. annexe 9 page 45), et celle-ci a été moins bien réussie.



Cette première évaluation sommative a été faite à partir d'un problème très similaire au problème de référence résolu collectivement. 21 élèves ont su résoudre correctement ce problème, et 8 ont fait une ou plusieurs erreurs.

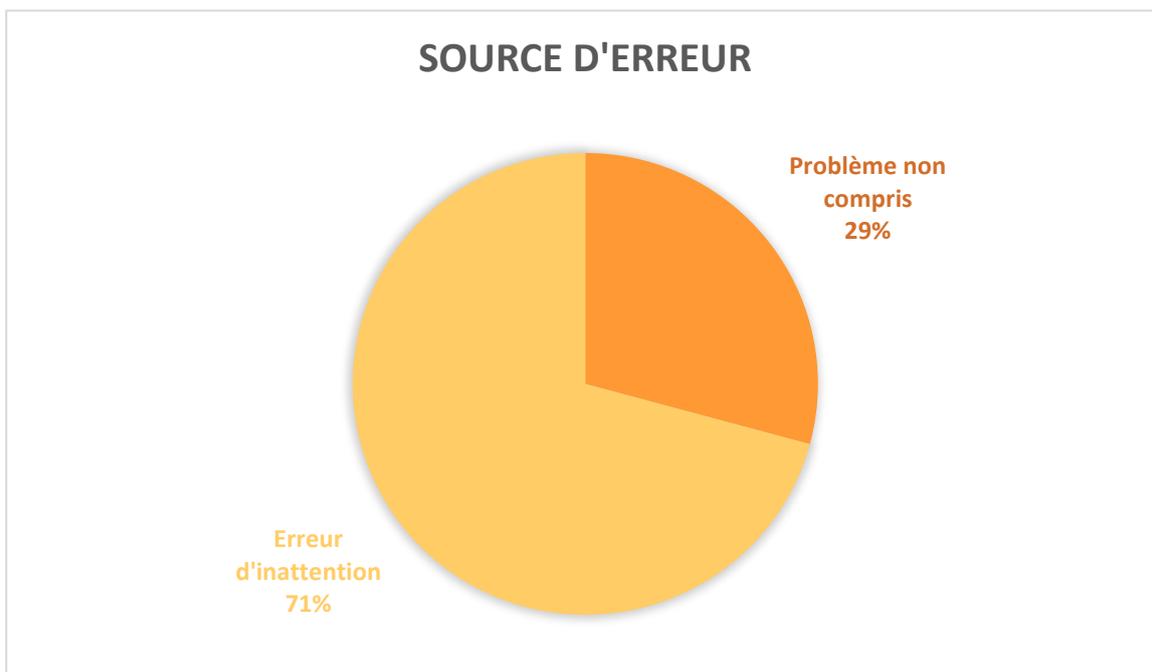
Parmi les 21 élèves qui ont su résoudre correctement ce problème, 12 ont eu recours à une forme de schématisation (8 ont utilisé celle enseignée, les 4 autres ont représenté à leur façon).

Parmi les 8 élèves ayant fait une ou plusieurs erreurs, 4 ont fait des erreurs de calcul, et 4 n'ont rien proposé ou ont proposé une réponse totalement en décalage avec l'énoncé (élèves particulièrement en difficulté dans l'ensemble des apprentissages).



L'évaluation sommative de la séquence 2 a été beaucoup moins bien réussie, et je formule les hypothèses suivantes pour expliquer cela :

1. Au cours de cette séquence, le choix a été fait de vouloir créer une certaine progression au cours des séances ; les problèmes se sont donc peu à peu éloignés du problème de référence, créant peut-être un niveau de difficulté trop important. Le problème de référence de l'autobus a été réutilisé en entraînement sous la forme du train, puis le choix a été fait de passer au manège et au parking, en ne parlant plus de stations mais d'horaires. Les élèves peu à l'aise avec cette notion ont pu y voir des difficultés supplémentaires.
2. Dans la suite de cet argument, le problème proposé lors de l'évaluation (cf. annexe 9 page 45) ressemblait davantage aux deux derniers problèmes avec les horaires qu'au problème de référence. Peut-être aurait-il fallu rester plus proche du problème de référence durant la séquence et lors de l'évaluation.
3. En plus de cette modification de la forme du problème, une difficulté supplémentaire s'est ajoutée : il ne s'agissait plus de donner le résultat final, mais de savoir où s'arrêter, quelles données utiliser. Le problème de l'évaluation avait pour but de rechercher le nombre de personnes présentes dans le supermarché à 9h23. L'énoncé indiquait des allées et venues jusqu'à 9h31, il fallait donc être vigilant quant aux données à sélectionner. Cette question est peut-être venue trop tôt dans l'année et dans la séquence.



Ce graphique illustre comment, parmi les 24 élèves qui n'ont pas su résoudre correctement le problème de l'évaluation 2, les sources de l'erreur sont distinctes. 8 élèves n'ont pas compris la structure du problème, tandis que 16 élèves n'ont pas été suffisamment attentifs à la question, cherchant à donner le résultat du nombre de personnes présentes à 9h31, au lieu de chercher le nombre de personnes présentes à 9h23.

### 3. Discussion et conclusion

---

Au cours de cette année en tant que PES dans une classe de CE2, j'ai rencontré des collègues bienveillants et une classe dynamique dans laquelle j'ai su prendre ma place. J'ai d'abord découvert un groupe de 29 élèves avant de découvrir, peu à peu, 29 personnalités différentes. Découvrir mes élèves et rencontrer des collègues ont été l'occasion pour moi de mieux comprendre et mieux identifier les grandes difficultés que peut rencontrer un élève de primaire.

Parmi celles-ci, j'ai choisi de m'intéresser à la résolution de problèmes. J'ai découvert, auprès de mes élèves comme auprès de mes collègues, combien cet exercice pouvait être source de blocage chez certains. Pourtant j'y voyais, et j'y vois toujours, un exercice très complet de lecture, de compréhension, d'analyse, de réflexion, de recherche... intéressant et révélateur. Il me semble que pouvoir résoudre un problème mathématique c'est être en capacité de mobiliser de nombreuses compétences, mais aussi de développer des stratégies.

J'ai en effet pu observer combien la résolution de problèmes pouvait être source d'angoisse ou synonyme d'échec annoncé chez certains, et j'ai souhaité m'intéresser à ce que je voyais comme un outil pour résoudre un problème : le schéma. J'ai appris sur la schématisation, je me suis documentée jusqu'à en venir à la problématique suivante : « **En quoi le recours à la schématisation peut-il aider un élève de CE2 à résoudre des problèmes mathématiques ?** »

J'ai alors tenté d'apprendre à mes élèves à s'appuyer sur le schéma pour y voir plus clair dans un énoncé. Etant de ceux que le schéma peut aider, j'ai pensé qu'il était intéressant de proposer cet outil, d'en présenter certaines formes, d'encourager les élèves bloqués à y avoir recours. Ces séquences réalisées en classe ont permis d'illustrer la définition de la résolution de problèmes que donne le Ministre de l'Education Nationale, Jean-Michel Blanquer : « *La résolution de problèmes, au centre de l'activité mathématique, engage les élèves à chercher, émettre des hypothèses, élaborer des stratégies, confronter des idées pour trouver un résultat.* »<sup>27</sup>

Ce travail m'a permis de voir évoluer mes élèves : je les ai vus apprendre à accepter la difficulté, même si cela reste difficile, apprendre à chercher, essayer. Je les ai vus commencer à élaborer des brouillons, des traces de leurs recherches et comprendre, pour certains, l'aide que cette démarche pouvait leur apporter.

En prenant du recul sur ces séquences mises en œuvre dans ma classe, je retiens l'importance de présenter le schéma comme un outil à disposition des élèves, comme quelque

---

<sup>27</sup> BLANQUER J-M., Bulletin Officiel spécial n°3 du 5 avril 2018. La résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Education.gouv*,

chose dont ils ont le droit de se saisir et non pas dont ils doivent se saisir. Je pense que cette idée a mis du temps à naître chez mes élèves, mais a fini par faire sa place petit à petit. Je retiens également l'importance d'établir une progression claire et logique pour que les séances laissent le temps aux élèves d'intégrer, d'apprendre, de faire et re-faire afin de s'approprier une méthode et des outils.

Je pense aux différences de réussite entre la première séquence et la deuxième et cela me permet de visualiser combien la préparation des séquences est importante mais aussi comme l'entraînement régulier est indispensable. Dans notre système de binôme et d'alternance en effet, mes élèves ont résolu des problèmes régulièrement pendant trois semaines puis peu, voire pas du tout, pendant cinq semaines. Ce fonctionnement a, je pense, impacté la possibilité de progrès de certains élèves. Même si au bout des trois semaines certains commençaient à acquérir de l'aisance et à entrer dans la logique des problèmes, j'ai bien senti qu'il fallait, à chaque rentrée, reprendre les attendus d'un problème, la logique de l'énoncé, les outils à disposition...

Si je me projette dans une nouvelle classe, à la rentrée prochaine, je retiens l'importance de systématiser les apprentissages et pour cela d'être régulière dans les entraînements. Je pense également que prendre le temps, autant que possible, de travailler avec les élèves de façon différenciée, en petits groupes, est essentiel. Durant ce travail, ces petits groupes m'ont permis en premier lieu de rassurer certains élèves, en leur montrant que je ne les laissais pas seuls face à un énoncé mais que je les accompagnais dans la compréhension de celui-ci, puis que je leur donnais des outils pour le résoudre. Ces temps en petits groupes ont été importants, tant dans la relation que j'ai pu entretenir avec les élèves que dans leur relation entre eux et avec eux-mêmes. J'ai vu certains gagner en confiance, se sentir plus à l'aise pour demander de l'aide ou manifester une incompréhension, et j'en ai vu d'autres oser se lancer et se tromper.

J'espère que, même si les schémas n'ont pas toujours été la réponse, mes élèves ont pu voir les séances de problèmes comme un moment de réflexion et de tentative, et non plus comme un échec annoncé. J'ai en effet vu les limites de la schématisation, j'ai pu observer comment le schéma pouvait devenir une tâche supplémentaire, un exercice demandant du temps ou même comment l'accès au schéma était déjà une première bataille, mais je garde cette envie de faire évoluer mes élèves dans ce domaine, qui fait appel il me semble à un grand nombre de compétences.

## 4. Références bibliographiques

---

### 4.1. Ouvrage

DESCAVES A., (1992). *Comprendre des énoncés, résoudre des problèmes*, Paris : Hachette éducation

Institut national de recherche pédagogique, Equipe de recherche en didactique des mathématiques, *Apprentissages numériques et résolution de problèmes CE2*, Hatier Ermel

La Librairie des Ecoles, (2017). *Guide pédagogique, CE1*, en ligne : [https://www.lalibrairiedesecoles.com/wp-content/uploads/2017/06/unite09\\_CE1\\_guide\\_pedagogique-1.pdf](https://www.lalibrairiedesecoles.com/wp-content/uploads/2017/06/unite09_CE1_guide_pedagogique-1.pdf)

Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, Guide Mathématiques CP 2020, Pour enseigner les nombres, le calcul et la résolution de problèmes au CP

### 4.2. Article dans une revue

CAMUS-MUSQUER A., (2007). L'activité de schématisation réfléchie. *Actualité de recherche en Education et en formation*, Strasbourg

DUMAS-CARRE A., GOFFARD M., GILL D. (1992). Difficultés des élèves liées aux différentes activités cognitives de résolution de problèmes. *ASTER n°14. Raisonner en sciences Institut National de Recherche Pédagogique*, en ligne : <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA014-05.pdf>

LEVAIN J-P., LE BORGNE P., SIMARD A., (2006). Schématisation et résolution de problèmes : une aide pour les élèves de SEGPA. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation* (n°33), (pages 95-106).

### 4.3. Page sur internet

ARTIGUE M., *INSPE Paris*, 2018, en ligne : <https://www.inspe-paris.fr/article/journee-detude-resolution-problemes-a-laide-nombres-calcul-a-lecole-elementaire> (consulté le : 18/10/20).

BLANQUER J-M., Bulletin Officiel spécial n°3 du 5 avril 2018. La résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Education.gouv*, en ligne : <https://www.education.gouv.fr/bo/18/Special3/MENE1809043N.htm> (consulté le : 08/12/20)

BRUNER, Les modes de représentation, en ligne : [http://www.ac-grenoble.fr/ml38/IMG/pdf/Tableau\\_des\\_modes\\_de\\_representation\\_-\\_Bruner.pdf](http://www.ac-grenoble.fr/ml38/IMG/pdf/Tableau_des_modes_de_representation_-_Bruner.pdf) (consulté le : 21/02/21)

CALMELET J-J., d'après les travaux de FAYOL M., *Institut Français de l'Éducation, Centre Alain Savary*, Catégorisation des problèmes en mathématiques, un enjeu langagier majeur, 2018, en

ligne : <http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/mathematiques-en-education-prioritaire/categorisation-des-problemes-en-mathematiques-un-enjeu-langagier-majeur> (consulté le : 20/12/20)

HOUEMENT C., *Colloque COPIRELEM*, Problèmes arithmétiques de réinvestissement : une synthèse, des pistes, 2015, en ligne : <https://pedagogie-nord.ac-lille.fr/formations/plan-maths/cycle2/docs/problemes/c2-res-pb-houdement-article-pbs-arithmetiques.pdf> (consulté le : 12/01/21)

HOUEMENT C., *INSPE Paris*, 2018, en ligne : <https://www.inspe-paris.fr/article/journee-detude-resolution-problemes-a-laide-nombres-calcul-a-lecole-elementaire> (consulté le : 18/10/20)

HOUEMENT C., La résolution de problèmes en question, 2003, en ligne : [http://melaniegauche.free.fr/p2\\_reso\\_pb/Houdement2003.pdf](http://melaniegauche.free.fr/p2_reso_pb/Houdement2003.pdf) (consulté le 12/02/21)

JARRAUD F., *Le Café Pédagogique*, Maths : La chute de la maison France, 2020, en ligne : [www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2020/12/08122020Article637430181438022232.aspx](http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2020/12/08122020Article637430181438022232.aspx) (consulté le : 08/12/20)

JULLIEN-HALLOT A., *Circonscription de Compiègne*, L'enseignement explicite de la résolution de problèmes additifs au cycle 2, janvier 2019, en ligne : [http://compiègne.dsden60.ac-amiens.fr/IMG/pdf/1\\_enseignement\\_explicite\\_de\\_la\\_resolution\\_de\\_problemes\\_additifs.pdf](http://compiègne.dsden60.ac-amiens.fr/IMG/pdf/1_enseignement_explicite_de_la_resolution_de_problemes_additifs.pdf) (consulté le : 15/02/21)

L'enseignement des sciences. *Education.gouv*, en ligne : <https://www.education.gouv.fr/l-enseignement-des-sciences-7076> (consulté le : 08/12/20)

MOISAN S., JOLLIVET M-C., 8 séquences pour résoudre des problèmes au cycle III – Situations expérimentées en cycle III dans deux classes à cours multiples de la circonscription d'Angoulême Sud à Bonnes CM1-CM2 et à Chavenat CE2-CM1-CM2, en ligne : [http://ww2.ac-poitiers.fr/dsden16-pedagogie/IMG/pdf/8\\_sequences\\_resoudre\\_problemes\\_cycle\\_3.pdf](http://ww2.ac-poitiers.fr/dsden16-pedagogie/IMG/pdf/8_sequences_resoudre_problemes_cycle_3.pdf) (consulté le : 02/11/20)

TOUCHARD E., *Académie de Grenoble*, La résolution de problèmes cycles 2 et 3, en ligne : [http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/RESOL\\_PB\\_Pour\\_le\\_site\\_G4\\_SEPT\\_2011.pdf](http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/RESOL_PB_Pour_le_site_G4_SEPT_2011.pdf) (consulté le : 23/02/21)

#### **4.4. Site internet**

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL)

Education.gouv

Eduscol

Larousse en ligne

#### **4.5. Vidéo**

Académie d'Orléans-Tours, *Résolution de problèmes ouverts 2016*, <https://www.dailymotion.com/video/x59tzm0>

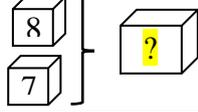
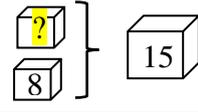
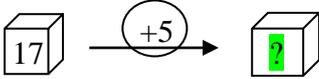
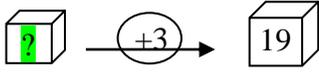
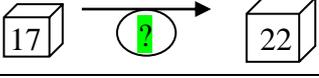
## 5. Annexes

---

<b>Annexe 1</b> : La catégorisation des problèmes de Vergnaud.....	p.35
<b>Annexe 2</b> : Exemple d’affichage de classe.....	p.37
<b>Annexe 3</b> : Fiche de problèmes des séances d’évaluations diagnostiques 1 et 2.....	p.38
<b>Annexe 4</b> : Leçon sur la résolution de problèmes.....	p.40
<b>Annexe 5</b> : Problèmes résolus lors des séances 3 à 5 de la séquence 1.....	p.40
<b>Annexe 6</b> : Evaluation sommative de la séquence 1.....	p.41
<b>Annexe 7</b> : Fiche de préparation de la séance de découverte de la séquence 2.....	p.42
<b>Annexe 8</b> : Problèmes résolus lors des séances 2 à 5 de la séquence 2.....	p.44
<b>Annexe 9</b> : Evaluation sommative de la séquence 2.....	p.45
<b>Annexe 10</b> : Photographies d’élèves au travail (temps de différenciation).....	p.46
<b>Annexe 11</b> : Quelques productions d’élèves.....	p.48

## 5.1. Annexe 1 : La catégorisation des problèmes de Vergnaud

Vergnaud catégorise d'une part, les problèmes de type additif-soustractif, et d'autre part les problèmes multiplicatifs et de division.

Problèmes additifs / soustractifs	<p><u>Composition de deux états</u> : situation qui porte sur 3 grandeurs : 2 se composent pour donner la 3ème</p>	<p>Recherche du composé</p> 
		<p>Recherche d'une partie</p> 
	<p><u>Transformation d'un état</u> : un état initial subit une transformation pour aboutir à un état final</p>	<p>Recherche de l'état final</p> 
		<p>Recherche de l'état initial</p> 
		<p>Recherche de la transformation</p> 
	<p><u>Comparaison de deux états</u> = comparer 2 états → dans ce type de problème on trouve presque toujours les expressions « de plus » / « de moins »</p>	<p>Recherche de l'un des états</p> 
		<p>Recherche de la comparaison</p> 
	<p><u>Composition de transformations</u> = transformations successives</p>	<p>Recherche de la transformation composée</p> <p>1<sup>ère</sup> étape : <math>\boxed{+/- \infty}</math>      2<sup>ème</sup> étape : <math>\boxed{+/- y}</math></p> <p>⇒ Donc en tout : <math>\boxed{?}</math></p>
		<p>Recherche de l'une des composantes</p> <p>1<sup>ère</sup> étape : <math>\boxed{+/- \infty}</math>      2<sup>ème</sup> étape : <math>\boxed{?}</math></p> <p>⇒ Donc en tout : <math>\boxed{y}</math></p>
	Problèmes multiplicatifs	<p><u>Configuration rectangulaire</u></p>
<p><u>Multiplication</u> = addition réitérée → on cherche le nombre total d'éléments</p>		

Problèmes de division	<u>Division quotient</u> = calculer le nombre de paquets identiques que l'on peut faire dans une collection en connaissant la valeur d'un paquet
	<u>Division partition</u> = calculer la valeur d'un paquet connaissant le nombre de paquets identiques que l'on peut faire dans une collection

Problèmes additifs / soustractifs	<u>Composition de deux états</u> : situation qui porte sur 3 grandeurs : 2 se composent pour donner la 3ème	Recherche du composé
		Recherche d'une partie
	<u>Transformation d'un état</u> : un état initial subit une transformation pour aboutir à un état final	Recherche de l'état final
		Recherche de l'état initial
		Recherche de la transformation
	<u>Comparaison de deux états</u> = comparer 2 états → dans ce type de problème on trouve presque toujours les expressions « de plus » / « de moins »	Recherche de l'un des états
		Recherche de la comparaison
	<u>Composition de transformations</u> = transformations successives	Recherche de la transformation composée
Recherche de l'une des composantes		
Problèmes multiplicatifs	<u>Configuration rectangulaire</u>	
	<u>Multiplication</u> = addition répétée → on cherche le nombre total d'éléments	
Problèmes de division	<u>Division quotient</u> = calculer le nombre de paquets identiques que l'on peut faire dans une collection en connaissant la valeur d'un paquet	
	<u>Division partition</u> = calculer la valeur d'un paquet connaissant le nombre de paquets identiques que l'on peut faire dans une collection	

## 5.2. Annexe 2 : Exemple d'affichage de classe

PROBLÈMES

Un autobus part de la Porte d'Orléans à destination de Denfert Rochereau.  
Il fait un arrêt à Alésia, et un arrêt à Stouton Duvernoy.  
30 passagers montent dans l'autobus à l'arrêt Porte d'Orléans.  
A Alésia, 12 passagers descendent et 6 passagers montent.  
A Stouton Duvernoy, 3 passagers descendent et 8 passagers montent.  
Combien de passagers arrivent à Denfert ?

```
graph TD; A((Porte d'Orléans +30)) -- "-12" --> B((Alésia)); B -- "+6" --> C((Stouton Duvernoy)); C -- "-3" --> D((Denfert Rochereau ?)); C -- "+8" --> D;
```

### 5.3. Annexe 3 : Fiches de problèmes des séances d'évaluation diagnostique 1 et 2

Prénom : \_\_\_\_\_

**Problème n°1 :** Trois classes vont au musée, il y a 23 élèves dans la première classe, 21 élèves dans la deuxième classe et 25 dans la troisième classe. Combien d'élèves y aura-t-il en tout dans le musée ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°2 :** Dans la bibliothèque de la classe, il y avait 432 livres au début de l'année, puis la maîtresse en a acheté 98 nouveaux et les élèves en ont apporté 72 de plus. Combien y a-t-il de livres aujourd'hui ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°3 :** Théo a lu 128 pages de son livre hier soir. Ce matin, il en a lu 84 de plus, puis ce midi il en a lu 102. Combien de pages a-t-il lu en tout ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°4 :** Il y avait 831 visiteurs au zoo ce matin. A l'heure du déjeuner, 420 visiteurs sont partis. Combien de visiteurs reste-t-il dans l'après-midi ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°5 :** Il y avait 357 enfants à la piscine ce matin. En début d'après-midi, 62 enfants sont rentrés chez eux. Combien d'enfants reste-t-il en fin de journée ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**DEFI DU JOUR :** Pour trouver la combinaison du coffre-fort, déchiffre ce message :

- Le nombre est formé de 4 chiffres.
- Ce nombre est impair.
- Le chiffre des centaines est le double du chiffre des unités.
- La somme de tous les chiffres du nombre est 20.
- Le chiffre des unités de mille est 2.
- Le chiffre des unités est égal au chiffre des unités de mille +1.
- Le chiffre des centaines est égal au double du chiffre des unités.

Tes calculs ou tes recherches :

Prénom : \_\_\_\_\_

**Problème n°1 :** Au marché, le marchand de légumes a vendu 155 salades, 220 courgettes, 172 poivrons et 148 oignons. Combien de légumes a-t-il vendu ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°2 :** Trois classes vont au musée, il y a 28 élèves dans la première classe, 19 élèves dans la deuxième classe et 25 dans la troisième classe. Combien d'élèves y aura-t-il en tout dans le musée ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°3 :** Ce matin la directrice a vu entrer dans l'école 82 élèves de CP, 84 élèves de CE1 et 78 élèves de CE2. Combien d'élèves la directrice a-t-elle vu entrer ce matin ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°4 :** Il y avait 179 livres dans la bibliothèque de la classe ce matin. Dans l'après-midi, 29 livres ont été empruntés par des élèves de la classe. Combien reste-t-il de livres ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**Problème n°5 :** Au début de l'année, la maitresse avait 154 stylos rouges dans son armoire. A force de corriger, 66 stylos rouges n'ont plus d'encre. Combien de stylos rouges reste-t-il à la maitresse ?

Tes calculs ou tes recherches :

Phrase réponse : \_\_\_\_\_

**DEFI DU JOUR :** Pour trouver la combinaison du coffre-fort, déchiffre ce message :

- Le nombre est formé de 4 chiffres.
- La somme de tous les chiffres du nombre est 22.
- Le chiffre des unités de mille est 5.
- Le chiffre des unités est égal au chiffre des unités de mille +1.
- Le chiffre des centaines est égal à la moitié du chiffre des unités.

Tes calculs ou tes recherches :

#### 5.4. Annexe 4 : Leçon sur la résolution de problèmes

- 1) Je lis l'énoncé et la question.
- 2) Pour trouver le résultat, je peux faire un schéma et mes calculs sur le cahier de brouillon ou sur l'ardoise.
- 3) J'écris le calcul en ligne sous la question du problème.
- 4) J'écris la phrase réponse.

#### 5.5. Annexe 5 : Problèmes résolus lors des séances 3 à 5 de la séquence 1

##### Séance 3 :

- *Problème C* : Dans la bibliothèque de la classe, il y avait en début d'année 97 livres. Durant l'année, la maitresse en a acheté 29 nouveaux. Combien y a-t-il de livres en tout à la fin de l'année ?
- *Problème D* : Alice a 14 jetons en tout dans une boîte. Il y en a des rouges, des verts et des bleus. Elle a compté 7 jetons rouges et 3 jetons bleus. Combien y a-t-il de jetons verts ?

##### Séance 4 :

- *Problème E* : Dans la classe de CPB, il y a 27 élèves. Il y a 14 filles. Combien y a-t-il de garçons ?
- *Problème F* : Dans la salle informatique, il y a 24 chaises pour s'asseoir. 15 élèves se sont déjà installés. Combien de chaises libres reste-t-il ?

##### Séance 5 :

- *Problème G* : Lucie participe à une randonnée vélo. Elle parcourt 27 km le matin, puis 13 km après le déjeuner. Elle parcourt les 18 km restant après son goûter. De combien de kilomètres était la randonnée ?
- *Problème H* : Devant le siège que j'occupe durant un voyage en avion, un écran indique la distance jusqu'à l'arrivée. Avant de m'endormir, il restait 817km à parcourir. A mon retour, l'écran indique 308km. Quelle distance l'avion a-t-il parcouru pendant mon sommeil ?

## 5.6. Annexe 6 : Evaluation sommative de la séquence 1

Je fais le point CE2

Prénom : \_\_\_\_\_

### Evaluation : Résolution de problème

Zoé collectionne les figurines Harry Potter. Hier soir elle a compté qu'elle en avait 87, mais ce matin elle n'en trouve que 53. Combien en a-t-elle perdu ?

---

---

Compétence	Evaluation
Résoudre des problèmes du champ additif	

## 5.7. Annexe 7 : Fiche de préparation de la séance de découverte de la séquence 2

Nombres et calculs

1

### Le problème de référence



Objectif(s) de séance

- Résoudre des problèmes du champ additif (addition et soustraction) en plusieurs étapes.



30 minutes  
(7 phases)



Matériel

- Énoncé élève x30  
- Affichage énoncé du problème + schéma pour en faire le problème de référence



Remarques

[http://ww2.ac-poitiers.fr/dsden16-pedagogie/IMG/pdf/8\\_sequences\\_resoudre\\_problemes\\_cycle\\_3.pdf](http://ww2.ac-poitiers.fr/dsden16-pedagogie/IMG/pdf/8_sequences_resoudre_problemes_cycle_3.pdf) document ressource de S. Moisan, conseiller pédagogique

#### 1. Découvrir l'énoncé phase 1



(collectif) | découverte |



5 min.

Deux premières phrases de l'énoncé écrites au tableau :  
*Un autobus part de la Porte d'Orléans à destination de Denfert Rochereau.  
Il fait un arrêt à Alésia et un arrêt à Mouton Duvernet.*

--> je les lis à voix haute.

**"Est-ce qu'il y a des mots dans l'énoncé que vous ne comprenez pas ?"** (éventuellement expliciter "à destination de")

Cacher l'énoncé : **consigne** : "J'aimerais que vous reformuliez l'énoncé à l'oral. Je vous laisse 1min pour me dire avec vos mots le problème."

Noter au tableau quelques propositions de reformulation (enjeu = les étapes) --> demander aux élèves de "voter" pour une des propositions avant de valider ou invalider les propositions pour ne garder que la bonne (s'appuyer sur la lecture du problème)

#### 2. Découvrir l'énoncé phase 2



(collectif) | découverte |



5 min.

**Ecrire** la suite du problème au tableau :  
*30 passagers montent dans le bus à l'arrêt Porte d'Orléans.  
A Alésia, 12 passagers descendent et 6 passagers montent.*  
--> **lire** aux élèves

De nouveau **cache** et demander la **reformulation** + imaginer la **question** que l'on pourrait poser dans ce problème

#### 3. Découvrir l'énoncé phase 3



(collectif) | découverte |



3 min.

**Ecrire** la dernière phrase de l'énoncé :  
*A Mouton Duvernet, 3 passagers descendent et 8 passagers montent.*  
--> **lire** aux élèves + de nouveau **reformulation**

*Parler à voix haute pour faire comprendre aux élèves que j'imagine la situation dans ma tête "ok donc il y a tant de personnes là puis il se passe ça etc"*

#### 4. Schématisation du problème



(individuel) | recherche |



6 min.

**Consigne** : "Sortez vos cahiers de brouillon je voudrais que vous fassiez un schéma pour me montrer que vous avez compris l'énoncé."

*Laisser 2/3min*

*Copier au tableau l'un des schémas (schéma représentatif des schémas des élèves), consigne* : "Retrouvez moi sur ce schéma des données de l'énoncé."

+ Faire écrire des questions que l'on pourrait poser sur cet énoncé

## 5. Résolution du problème

 (individuel) | recherche |  3 min.

**Ecrire** la question :

*Combien de passagers arrivent à Denfert Rochereau ?*

**Consigne** : "vous pouvez résoudre le problème sur votre cahier d'essais maintenant."

## 6. Résolution sur cahier du jour

 (individuel) | entraînement |  5 min.

Cahier du jour :

Coller l'énoncé,

Ecrire le calcul en ligne

Ecrire la phrase réponse

## 7. Bilan

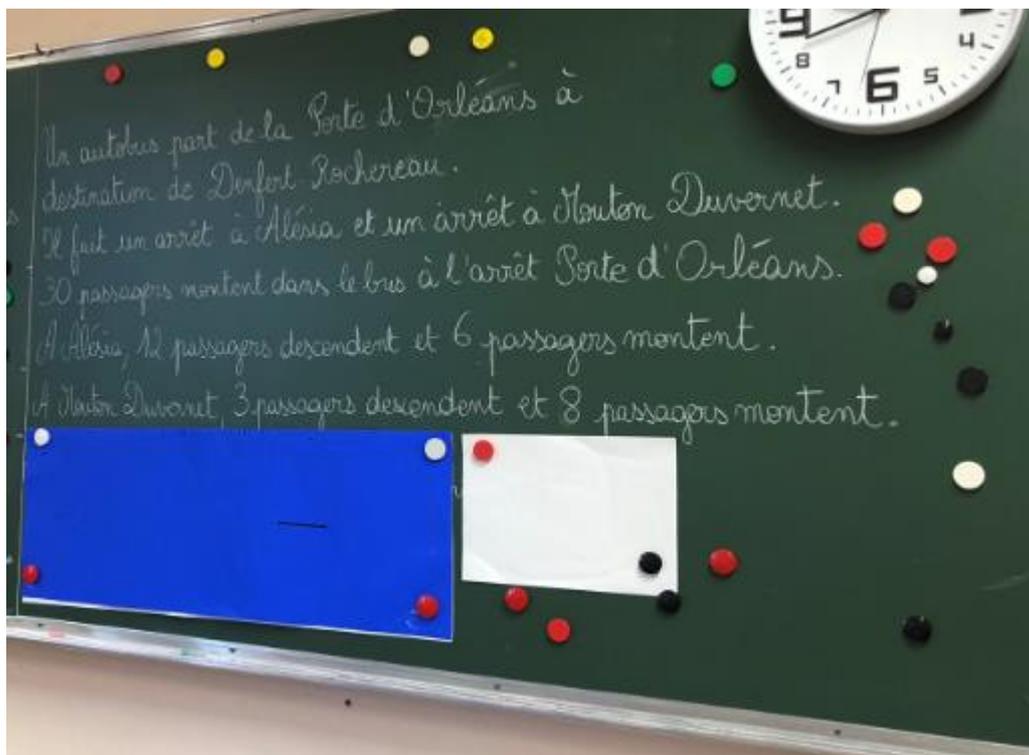
 (collectif) | évaluation |  3 min.

*Parler de la séance : rendre l'apprentissage explicite --> "qu'est-ce qu'il faut faire pour bien résoudre un problème ?"*

*Réponses attendues : compter, lire imaginer --> insister sur la représentation mentale*

Notes :

*Énoncé au tableau dévoilé progressivement :*



## 5.8. Annexe 8 : Problèmes résolus lors des séances 2 à 5 de la séquence 2

### Séance 2 : Problème J :

#### **L'autobus Montsouris – Vaugirard**

Un autobus part de Montsouris à destination de Vaugirard.  
Il fait un arrêt à Alésia, un arrêt à Denfert Rochereau et un arrêt à Montparnasse.  
76 passagers montent dans le bus à l'arrêt Montsouris.  
A Alésia, 29 passagers descendent et 52 passagers montent.  
A Denfert Rochereau, 32 passagers descendent et 94 passagers montent.  
A Montparnasse, 77 passagers descendent.  
Combien de passagers arrivent à Vaugirard ?

### Séance 3 : Problème K :

#### **Le train Paris – Nîmes**

Un train part de Paris à destination de Nîmes.  
Il fait un arrêt à Lyon, et un arrêt à Avignon.  
40 personnes montent dans le train à Paris.  
A Lyon, 15 passagers descendent et 8 passagers montent.  
A Avignon, 12 passagers descendent et 3 passagers montent.  
Combien de passagers arrivent à Nîmes ?

### Séance 4 : Problème L

#### **Le manège**

Il y a un manège pour Noël à Alésia.  
Le manège va tourner 4 fois.  
A 15 heures, 27 personnes montent.  
A 15H10, 10 personnes descendent et 5 personnes montent.  
A 15H20, 3 personnes descendent et 12 personnes montent.  
A 15H30, 7 personnes montent sur le manège.  
Combien y a-t-il de personnes sur le manège à 15H25 ?

### Séance 5 : Problème M

#### **Le parking**

A 8 heures, 324 voitures sont garées sur le parking du supermarché.  
A 8h15, 26 voitures sont sorties et 45 sont entrées.  
A 8h22, 51 sont entrées et 129 voitures sont sorties.  
A 8h31, 107 sont sorties et 35 voitures sont entrées  
Combien de voitures sont garées dans le parking à 8h23 ?  
Et à 8h32 ?

## 5.9. Annexe 9 : Evaluation sommative de la séquence 2

Je fais le point CE2

Prénom : \_\_\_\_\_

### Evaluation : Résolution de problème

#### Le supermarché

A l'ouverture du supermarché, à 9h, 75 personnes entrent faire leurs courses.

A 9h10, 23 personnes sont sorties et 48 sont entrées.

A 9h17, 52 personnes sont entrées et 37 sont sorties.

A 9h22, 18 personnes sont entrées et 7 personnes sont sorties.

A 9h31, 102 personnes sont entrées et 39 sont sorties.

Combien de personnes sont dans le supermarché à 9h23 ?

---

---

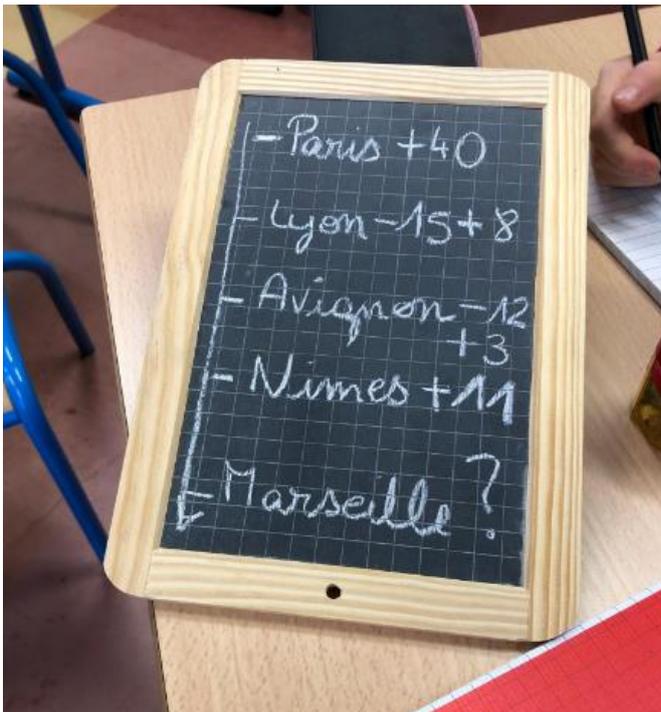
Compétence	Evaluation
Résoudre des problèmes issus de situations de la vie quotidienne (problèmes relevant des structures additives)	

## 5.10. Annexe 10 : Photographies d'élèves au travail

Durant certaines séances, j'ai pris quelques élèves (entre 5 et 6) pour travailler plus individuellement la lecture de l'énoncé, pour décrypter les étapes... puis je les ai laissés entre eux pour résoudre le problème.



*5 élèves avec moi pour résoudre le problème K du train, nous avons détaillé tous ensemble chaque phrase du problème, puis nous avons tenté de schématiser le problème*



*Représentation du problème réalisée avec le groupe, puis laissée à leur disposition pour résoudre le problème*

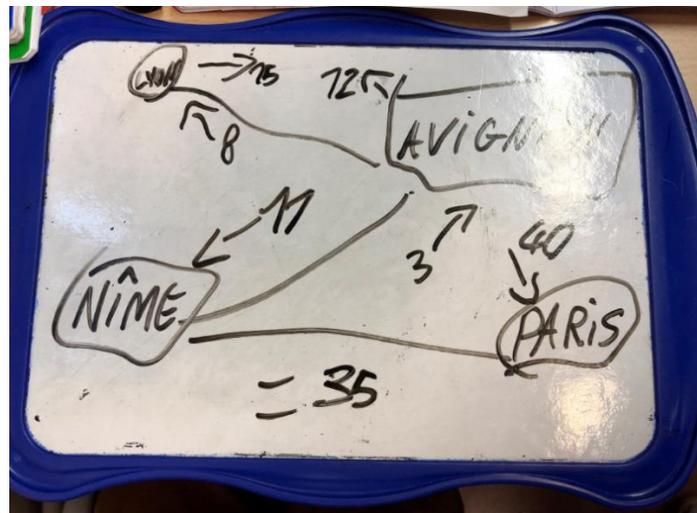
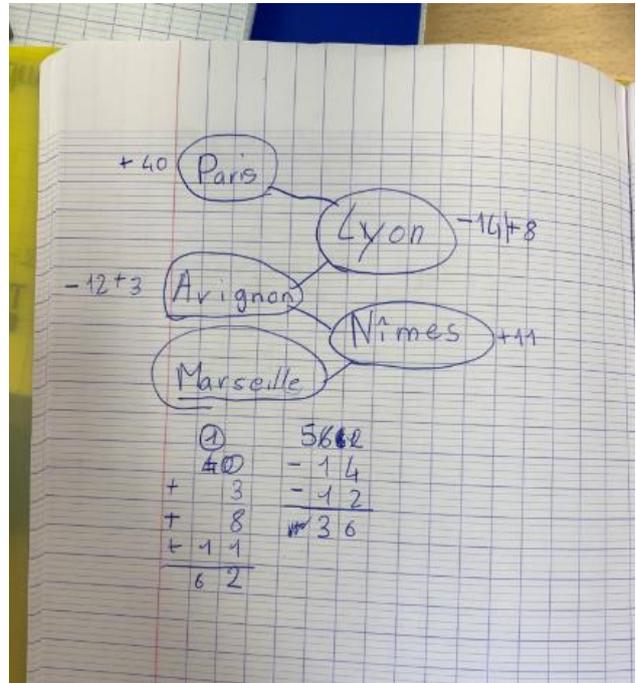
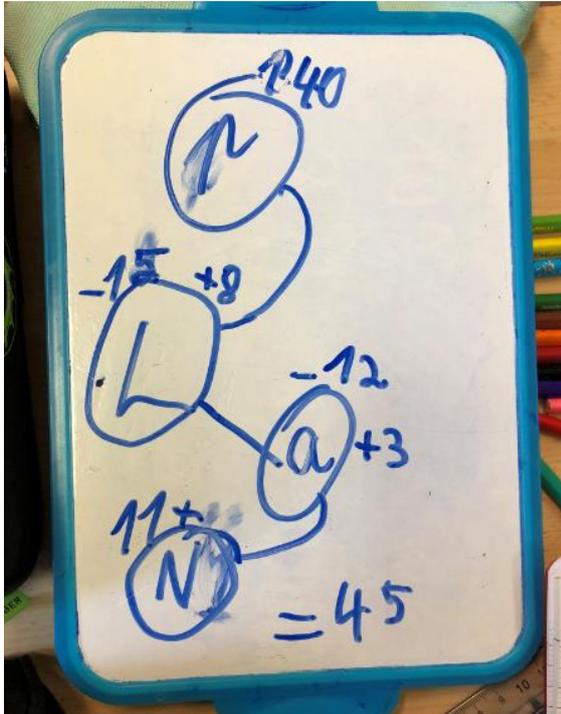


*5 élèves avec moi pour résoudre le problème L du manège, nous avons détaillé tous ensemble chaque phrase du problème, puis nous avons tenté de schématiser le problème*



*Représentation du problème réalisée avec le groupe, puis laissée à leur disposition pour résoudre le problème*

5.11. Annexe 11 : Quelques productions d'élèves (résolution du problème K)



## 6. Résumé / Abstract

---

L'objet de l'étude menée ici est d'évaluer l'aide qu'apporte, ou non, la schématisation dans la résolution de problèmes mathématiques en CE2. Les constats à l'origine de ce travail sont nés de la pratique en classe et de l'échange avec des collègues aguerris. Ces constats sont simples : la résolution de problèmes est un exercice qui fait appel à de nombreuses compétences et qui est donc souvent redouté par les élèves. Lire, comprendre, analyser, sélectionner les données, choisir l'opération adaptée, calculer... autant de compétences auxquelles il faut faire appel pour résoudre un problème. Le travail mené ici visait à répondre à la problématique suivante : « **En quoi le recours à la schématisation peut-il aider un élève de CE2 à résoudre des problèmes mathématiques ?** »

Afin de tenter de répondre à cette problématique, deux séquences ont été menées dans une classe de CE2, au cours desquelles les élèves ont appris à schématiser. L'étude a permis de dégager trois axes importants : distinguer dessin et schéma relève d'un apprentissage, l'élève doit apprendre à voir le schéma comme un outil à sa disposition et non pas comme une tâche supplémentaire et enfin l'étude a montré que, parvenir à réaliser un schéma c'est déjà être capable d'un certain degré d'abstraction.

The subject of this study is the evaluation of the help provided, or not, by the schematization in the CE2's math problem solving. The findings, being at the base of this work, are built from a practice in class and from exchanges with seasoned colleagues. Those findings are simple : the problem solving is an exercise that needs a lot of skills and therefore, that often scares students. To read, understand, analyze, to select data, to choose the correct operation, to calculate... as many skills that they require to solve a problem. The work led there was about answering the following problematic : “**How can we say that the use of the schematization can help a CE2 student to solve math problems ?**”

To answer this question, two sequences have been led in a CE2 class in which the students have learned to schematize. The study allowed to identify three main axes : identify drawing and schemas are about learning, the student must learn to read a schema as a tool at his disposal and not as an additional task. Finally, the study shown that, succeeding in the realization of a schema is, at least, being able to understand the essence of the studied problem.