



HAL
open science

Les aides des fichiers de mathématiques sont-elles efficaces pour amener des élèves de cycle 2 à résoudre des problèmes additifs et soustractifs ?

Priscilla Garrisi, Cindy Colomb

► To cite this version:

Priscilla Garrisi, Cindy Colomb. Les aides des fichiers de mathématiques sont-elles efficaces pour amener des élèves de cycle 2 à résoudre des problèmes additifs et soustractifs?. Education. 2017. dumas-01579601

HAL Id: dumas-01579601

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01579601v1>

Submitted on 31 Aug 2017

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Master Métiers de l'enseignement et de l'éducation et de la formation

Mention 1 – MASTER 2

**Les aides des fichiers de mathématiques sont-elles
efficaces pour amener des élèves de cycle 2 à
résoudre des problèmes additifs et soustractifs ?**

6 Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route.

Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?

Calcule et complète la phrase réponse.

46 barres

Augustin et Salomé doivent encore parcourir ~~34~~ km.

The image shows a student's handwritten solution to a math problem. The problem asks for the remaining distance after subtracting 45 km from 84 km. The student has written '46 barres' and crossed out '34' in the final sentence, indicating a correction to the answer.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Grade de Master soutenu par

Cindy COLOMB

Priscilla GARRISI

Directeurs de mémoire : Bruno COURCELLE et Jacques DANTONY

Année universitaire 2016-2017

Table des matières

1. Réflexion autour des fichiers de mathématiques	4
2. La question de l'efficacité des aides numériques et visuelles : le jeu du chapeau	4
3. La résolution de problèmes au cœur de l'enseignement	6
3.1. La résolution de problème dans les instructions officielles	6
3.2. Les différents types de problèmes	8
3.3. Comment résoudre les problèmes ?	9
3.3.1. Construction d'une représentation du problème	9
3.3.2. Stratégies de recherche et élaboration d'une procédure	10
Les stratégies	11
Les procédures de résolution de problèmes utilisables par les élèves	11
3.3.3. Exécution de la procédure	12
3.3.4. Processus de preuve	12
3.3.5. Communication de la réponse	12
3.4. Difficultés des élèves à résoudre des problèmes	13
3.4.1. Difficultés liées à la représentation du problème	13
3.4.2. Difficultés liées à une stratégie inadaptée	14
3.4.3. Difficultés liées à l'exécution des procédures choisies par les élèves	14
3.4.4. Difficultés liées à la communication de la procédure ou des résultats	15
4. Quelle efficacité pour les aides à la résolution de problèmes ?	15
4.1. Définition des « aides » dans le cadre de la présente étude	15
4.1.1. Les aides dites numériques	16
4.1.2. Les aides dites schématiques	16
4.1.3. L'intérêt des schématisations	17
4.2. Présentation des hypothèses	18
4.3. Présentation de l'expérimentation et de la méthode	18

4.3.1.	Population	18
4.3.2.	Plan expérimental et variables indépendantes	19
	Types de problèmes proposés	19
	Les mesures (variables dépendantes)	20
	Matériel	20
	Procédure	21
	Analyse à priori	21
5.	Résultats et analyse	22
5.1.	Vérification d'un « effet d'école »	22
5.2.	Nombre de réussites des élèves (analyse quantitative)	24
5.2.1.	Réussite aux problèmes en fonction du type d'aide apportée	24
	Présentation des résultats	24
	Analyse des résultats	25
5.2.2.	Réussite aux problèmes en fonction du type de problème	27
	Présentation des résultats	27
	Analyse des résultats	28
5.3.	Les procédures utilisées et les types d'erreurs rencontrés par les élèves (analyse qualitative)	29
5.3.1.	Analyse des procédures utilisées par les élèves	29
5.3.2.	Analyse des différents types d'erreurs commises par les élèves	31
6.	Conclusion	32
	Annexe 1 : Fiche de préparation pour la séance de résolution de problèmes	37
	Annexe 2 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe sans aucune aide	38
	Annexe 3 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe avec aide schématique	40
	Annexe 4 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe avec aide numérique	43
	Annexe 5 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe avec deux aides	45
	Annexe 6 : Productions des élèves ayant utilisé une figuration de la réalité	48

1. Réflexion autour des fichiers de mathématiques

Tour à tour critiqué ou encensé, le recours au fichier de mathématiques par les enseignants du premier degré reste largement répandu, en particulier au cycle 2. S'agissant des inconvénients, l'absence de souplesse dans la progression et dans la possibilité d'utiliser différentes techniques opératoires (une seule technique étant choisie et imposée par l'auteur) est souvent montrée du doigt par les enseignants. De même, est dénoncée la qualité variable des enseignements selon les sous-disciplines, la géométrie faisant généralement figure de parent pauvre. D'autant que l'utilisation des outils (équerre, compas) est rendue difficile par le format même de l'ouvrage : en effet, il est compliqué de trouver un angle droit dans la pliure du manuel !

Néanmoins le fichier présente l'avantage indéniable de rassembler en un seul ouvrage l'ensemble des activités de découverte et d'entraînement ainsi que les connaissances utiles aux élèves pour construire les compétences attendues. Apportant en outre, un étayage supplémentaire par rapport à ce qui peut être proposé en classe par l'enseignant, le fichier donne à cet égard une impression générale d'efficacité. Le tout est agrémenté d'une charte visuelle dont le double objectif est de motiver les enfants par des illustrations agréables, et de les aider à comprendre certains problèmes et notions par la schématisation et la représentation graphique. Toutefois cette impression d'efficacité n'est-elle pas superficielle ?

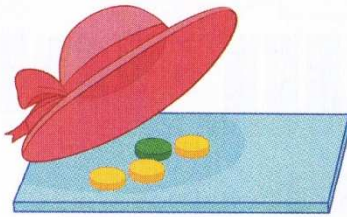
2. La question de l'efficacité des aides numériques et visuelles : le jeu du chapeau

Nous, deux enseignantes concernées par cette étude, utilisons le fichier issu des nouveaux programmes de 2016, *Pour comprendre les mathématiques CE1 Cycle 2* (éditions Hachette Éducation, 2016), avec des classes de CE1. Or, nous avons pu constater que l'étayage fourni par ce fichier, avec certains types de problèmes, pouvait s'avérer inutile voire contre-productif en ce qu'il induisait parfois les élèves en erreur. Par exemple, dans ce fichier, une activité intitulée « *Le jeu du chapeau* » n'a pas du tout fonctionné avec les 19 élèves de la classe de CE1 de l'école école n°3. Cette classe d'un niveau habituellement très satisfaisant, a pourtant eu de grandes difficultés à résoudre les exercices proposés, dont nous présentons ci-dessous un extrait pour plus de clarté.

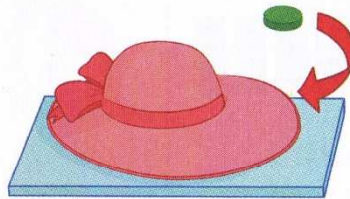
À la fin, combien de points obtiens-tu avec les jetons sous le chapeau ?

● = 1 point
● = 10 points

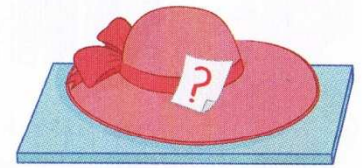
1



J'ai points.



J'ajoute points.



Quand je soulève le chapeau, je trouve jetons verts et jetons jaunes.

Donc, j'obtiens points.

Extrait de *Pour comprendre les mathématiques CE1 Cycle 2, exercice 1 p. 18*

Dans cette activité, il est demandé dans un premier temps aux élèves de compter les points : ils doivent donc compter les jetons sous le chapeau, les convertir en points et inscrire ce nombre sous l'image 1. Ensuite, ils doivent regarder la deuxième image et compter combien de jetons sont ajoutés, les convertir en points et une fois encore, n'inscrire que le nombre de points. Nous constatons donc que les étapes intermédiaires de comptage de jetons ne sont pas écrites. Seul le nombre de points doit être indiqué par l'élève dans le texte à trous situé sous les illustrations. Or, dans un troisième temps, ils doivent indiquer combien de jetons (et non plus de points) se trouvent désormais sous le chapeau : « **Quand je soulève le chapeau, je trouve jetons verts et jetons jaunes.** » Ce n'est que dans un quatrième temps que les élèves sont invités à convertir ces jetons verts et jaunes en points. Il y a donc cette fois une étape intermédiaire de conversion du nombre de jetons en points.

Malgré les activités préliminaires du guide du maître, ainsi qu'un étayage fort de l'enseignante, qui a notamment explicité et repris au tableau les étapes intermédiaires de conversion jetons / points, il semble que la double consigne (jetons à additionner **et** convertir) sur un double mode de présentation (visuelle **et** textuelle) ainsi que la présence des aides écrites (textes à trous), ont largement égaré les élèves.

Ce type d'aides, qu'elles soient visuelles (schéma, illustration) ou numériques (additions et soustraction à trous, phrase réponse à compléter), se retrouve souvent dans les fichiers ou utilisé pour étayer l'enseignement proposé.

Nous nous sommes alors demandé si ces aides numériques et schématiques que l'on retrouve dans une grande partie des fichiers de mathématiques pour la résolution de problèmes étaient d'une réelle efficacité pour des élèves de CE1 ou si, au contraire, elles n'étaient pas susceptibles d'entraver le raisonnement de ces élèves, voire d'entraîner des difficultés. De plus, se pose la question de savoir si certaines aides sont plus efficaces que d'autres et dans quel contexte.

Pour répondre à cette problématique, nous avons choisi de nous intéresser aux problèmes soustractifs, et plus précisément, selon la typologie de Vergnaud, les problèmes de composition et transformation d'états. En effet, il a été démontré que ces problèmes posent davantage de difficulté aux élèves. Il sera donc possible de mesurer l'impact des aides proposées sur leur progression.

3. La résolution de problèmes au cœur de l'enseignement

Dans l'enseignement, un problème peut être défini comme toute activité proposée aux élèves et constitué de **données** qui renvoient à un contexte, de **contraintes** (éventuelles) et d'un **but** à atteindre. Pour atteindre ce but, les élèves doivent mettre en place des procédures qui ne leur sont pas immédiatement accessibles. Un problème est donc une situation dans laquelle il y a quelque chose à chercher et qui « fait problème » aux élèves. Ils sont au cœur des mathématiques et donnent du sens aux concepts enseignés.

3.1. La résolution de problème dans les instructions officielles

Les instructions officielles mettent en évidence l'importance des problèmes dans l'enseignement. Le domaine 1 du Socle commun de connaissances, de compétences et de culture prévoit sous l'intitulé « **Les langages pour penser et communiquer** », que les mathématiques participent « à l'acquisition des langages scientifiques » et que « les représentations symboliques transcrivent l'observation, l'exploration et le questionnement des objets et de la réalité du monde ». Le domaine 2 « **Méthodes et outils pour apprendre** » indique que « mémoriser, utiliser des outils de référence, essayer, proposer une réponse, argumenter, vérifier, sont des composantes de la résolution de problèmes simples de la vie quotidienne ». Enfin, le domaine 4 relatif aux « **Systèmes naturels et systèmes techniques** » prévoit que « la pratique du calcul, l'acquisition du sens des opérations et la résolution de problèmes élémentaires en mathématiques permettent l'observation, suscitent des

questionnements et la recherche de réponses, donnent du sens aux notions abordées et participent à la compréhension de quelques éléments du monde ».

Les programmes de mathématiques de 2016 disposent dès l'introduction que, « *au cycle 2, la résolution de problèmes est au centre de l'activité mathématique des élèves, **développant leurs capacités à chercher, raisonner et communiquer**. Les problèmes permettent d'aborder de nouvelles notions, de consolider des acquisitions, de provoquer des questionnements. Ils peuvent être issus de situations de vie de classe ou de situations rencontrées dans d'autres enseignements. La **composante écrite** de l'activité mathématique devient essentielle. Ces écrits sont d'abord des écritures et représentations produites en situation par les élèves eux-mêmes qui évoluent progressivement avec l'aide du professeur vers des formes conventionnelles* ».

Les compétences travaillées sont diverses :

- la **recherche** : « s'engager dans une démarche de résolution de problèmes en observant, en posant des questions, en manipulant, en expérimentant, en émettant des hypothèses, si besoin, avec l'accompagnement du professeur après un temps de recherche autonome » ; « tester, essayer plusieurs pistes proposées par soi-même, les autres élèves ou le professeur » ;
- la **modélisation** : « utiliser des outils mathématiques pour résoudre des problèmes concrets » ; « réaliser que certains problèmes relèvent de situations additives » ;
- la **représentation**, à savoir « appréhender différents systèmes de représentations (dessins, schémas, arbres de calcul,...) » ;
- le calcul et la communication.

En nombres et calculs, les attendus de fin de cycle 2 relèvent de la résolution des problèmes « *en utilisant des nombres entiers et le calcul* ». Les connaissances et compétences associées à cet attendu consistent pour les élèves à « *résoudre des problèmes issus de situations de la vie quotidienne (...) conduisant à utiliser les quatre opérations (problèmes relevant de structures additives (addition/soustraction)* » ainsi qu'à « *exploiter des données numériques pour répondre à des questions* ».

Les objectifs visés par les problèmes peuvent être de trois ordres. Il peut d'abord s'agir de **construire de nouvelles connaissances**, notamment par le biais des situations problèmes. Il peut ensuite s'agir de problèmes dont l'objectif est d'apprendre à chercher. Enfin, l'objectif

peut être **d'approfondir une compétence**, aussi bien par le biais des problèmes de transfert qui incitent les élèves à utiliser un élément de savoir connu dans un contexte inconnu, que par le biais des problèmes de synthèse qui sont destinés à combiner une connaissance nouvelle avec d'autres éléments de savoir étudiés au préalable.

Dans cette étude, les problèmes considérés relèvent de cette troisième catégorie et ont dès lors pour objectif d'approfondir une compétence.

3.2. Les différents types de problèmes

Il existe principalement trois types de **contextes** pour les problèmes scolaires. On trouve d'abord des problèmes dans un contexte dit de « vie courante », à savoir des problèmes qui évoquent soit des activités familières de l'élève (*e.g.*, liées à la vie de la classe, aux jeux, etc.), soit des activités de la vie quotidienne des adultes (*e.g.*, achats, voyage, loisirs, etc.). On trouve ensuite des situations relevant d'autres disciplines (*e.g.*, astronomie, physique, histoire, géographie, etc.). Enfin, certains problèmes sont posés dans un contexte purement mathématique, sans relation avec une réalité extérieure.

Au CE1, une grande partie des problèmes rencontrés relève des catégories de problèmes **additifs** ou **soustractifs**. Il s'agit de problèmes qui peuvent être résolus en utilisant une addition ou une soustraction. Selon la classification des situations **additives** telle qu'exposée par G. Vergnaud (1997), il existe six grandes catégories de problèmes dont voici les quatre principales à l'école élémentaire :

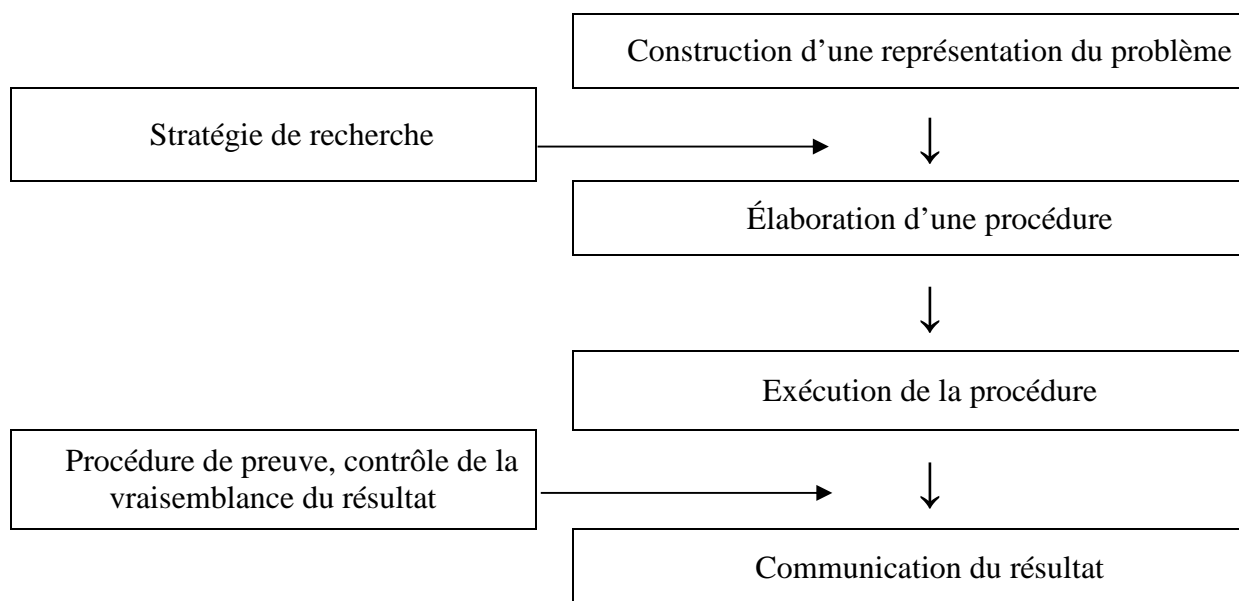
- les **problèmes de composition de deux états**, avec recherche du composé (le tout) ou recherche d'une partie ;
- les **problèmes de transformation d'état** avec recherche de l'état initial, recherche de l'état final ou recherche de la transformation ;
- les **problèmes de comparaisons d'états** avec recherche de l'un des états ou recherche de la comparaison ;
- les **problèmes de composition de transformations** qui induisent deux transformations.

Il convient de noter que la difficulté des problèmes dépend davantage de la place de l'inconnue que du type de problème à proprement parler. Ainsi, pour les problèmes de transformation d'état, ceux demandant de chercher l'état final sont généralement plus simples

à résoudre pour les élèves que ceux où il faut trouver l'état initial ou la transformation. Cela s'explique par le fait que, pour trouver l'état final dans un problème de transformation d'état, les opérations sont utilisées dans leur sens premier : l'addition pour trouver le résultat d'une augmentation ; la soustraction pour trouver le résultat d'une diminution. La valeur d'un tout dans un problème de composition d'état est également très tôt reliée à l'addition, ce qui est moins évident avec la recherche d'une partie d'un tout, appelant plutôt la soustraction.

3.3. Comment résoudre les problèmes ?

La résolution de problèmes se décompose en différentes étapes qui seront détaillées ci-après et dont voici une représentation simplifiée telle que schématisée dans le manuel *Hatier Concours Mathématiques T2*. Cette représentation omet les inévitables allers-retours possibles entre les différentes étapes.



3.3.1. Construction d'une représentation du problème

L'élève confronté à un problème prend d'abord connaissance de l'ensemble des informations données par l'énoncé et tente de leur donner du sens. Il doit relier ces informations entre elles et se construire une **représentation mentale** du problème. Dans le cas d'un énoncé écrit, l'élève construit cette représentation à partir de ce qu'il comprend du texte et des informations qu'il mémorise. Cette sélection d'informations se fait souvent par

anticipation de sa compréhension du texte grâce aux premiers mots rencontrés, et en fonction des consignes passées, de sa propre expérience scolaire et sociale et enfin, de la question posée.

Julo (1995) montre l'importance de cette étape et par conséquent du concept de représentation du problème. Il explique que « *comprendre quelque chose serait de construire une représentation de cette chose* ».

S'agissant de l'expérience sociale de l'élève, elle joue un rôle considérable dans la résolution de problèmes concrets, dès lors qu'il sera plus à même de se représenter une situation qu'il a déjà effectivement rencontrée dans son quotidien.

S'agissant de l'expérience scolaire, elle est constituée de l'ensemble des problèmes déjà rencontrés et résolus ainsi que de résultats qu'il a pu mémoriser antérieurement, des procédures de résolution qu'il a automatisées et d'un certain nombre de règles issues du contrat didactique. Le contrat didactique est un corpus de règles qui régissent implicitement les relations entre élève et enseignant. N'ayant jamais été concrètement énoncées, elles ont été établies par les habitudes de travail et peuvent parfois poser difficulté lorsque ces habitudes changent : les élèves perdant leurs repères et ne remettant pas en question ce qu'ils estiment être des règles incontournables.

En mathématiques, nous rencontrons généralement, dans la résolution de problèmes, les règles du contrat didactique suivantes :

- tout problème donné par l'enseignant a nécessairement une solution,
- l'élève devra utiliser toutes les données de l'énoncé,
- il faudra nécessairement faire des opérations,
- il faudra utiliser les dernières notions étudiées.

3.3.2. Stratégies de recherche et élaboration d'une procédure

Roland Charnay (2014) définit la procédure comme « *l'ensemble des opérations que l'élève élabore pour atteindre le but assigné par le problème* ». Pour passer de la représentation d'une situation à l'élaboration de ces procédures afin de résoudre le problème, l'élève met en place, de manière consciente ou non, différentes stratégies.

Les stratégies

Stratégie du chaînage avant : il s'agit d'une stratégie descendante, où l'élève exploite les données au fur et à mesure de la lecture jusqu'à arriver à la question posée. Il convient de noter que si l'élève se limite à cette stratégie, il ne prend pas en compte le but à atteindre. Par conséquent elle ne peut fonctionner qu'avec des problèmes très simples.

Stratégie du chaînage arrière : inverse de la précédente, c'est une stratégie remontante où l'élève part de la question posée et remonte le fil de l'énoncé pour trouver comment et avec quelles données y répondre.

Ces deux procédures peuvent rapidement entraîner une surcharge cognitive chez l'élève et ne sont donc pas réellement efficaces lorsqu'elles sont utilisées indépendamment l'une de l'autre. En revanche une stratégie du chaînage avant, lorsqu'elle est combinée à des retours en arrière dès que la quantité d'informations devient trop importante, permettrait d'éviter les blocages. Il s'agit d'une stratégie de chaînage mixte.

Étude exhaustive de cas : il s'agit de démontrer qu'il existe un nombre fini de solutions possibles et de tester chacune d'elles.

Essais / Erreurs : cette stratégie consiste à tester une première solution et en fonction des résultats obtenus, faire d'autres tests s'appuyant sur les essais précédents.

Analogie : il s'agit de trouver des ressemblances entre un problème que l'on cherche à résoudre et un problème que l'on sait résoudre afin de transposer une solution connue à un problème inconnu.

Changement de cadre : cette stratégie consiste à transformer l'énoncé pour résoudre le problème dans un autre cadre, comme par exemple réaliser un schéma à partir de la situation concrète donnée par l'énoncé pour résoudre le problème dans un cadre géométrique.

D'autres stratégies existent et certaines stratégies personnelles tout à fait inattendues et pourtant efficaces, ainsi que des stratégies mixtes peuvent également être utilisées par les élèves.

Les procédures de résolution de problèmes utilisables par les élèves

Les élèves utilisent différentes manières de raisonner et d'élaborer des procédures. Ils vont par exemple pouvoir raisonner en s'appuyant sur un contexte évoqué mais également, avoir recours à un schéma intermédiaire. Ils peuvent également chercher à traduire l'énoncé en une

équation. Enfin, ils peuvent procéder comme nous l'avons vu par essais successifs, après avoir élaboré une hypothèse sur la réponse.

Le recours à ces différentes procédures dépend à la fois de la représentation que l'élève se fait de la situation, de sa connaissance des « procédures de résolution expertes » pour certains types de problèmes mais également, de la taille des nombres, qui sont des variables didactiques décisives et qui vont parfois orienter l'élève vers un type de procédure plutôt qu'un autre. C'est ainsi que la présence de « grands nombres » va souvent décourager l'élève de dessiner un à un les objets évoqués dans le problème pour les dénombrer.

3.3.3. Exécution de la procédure

Cette étape également appelée étape « **d'instanciation** », consiste à appliquer la procédure aux données du problème. Si cette étape peut sembler évidente, elle ne l'est pas toujours pour les élèves. Certains élèves vont s'arrêter à l'étape de recherche d'une procédure adaptée et une fois celle-ci trouvée, s'arrêteront en pensant avoir terminé le travail demandé. C'est notamment le cas lorsque la recherche d'une stratégie de résolution adaptée aura pris beaucoup de temps et d'énergie à l'élève, qui une fois cette étape achevée, considèrera son but atteint. Dans un second temps il s'agira d'exécuter cette procédure (calcul).

3.3.4. Processus de preuve

Cette étape consiste pour l'élève à convaincre son interlocuteur de la validité d'une procédure ou d'un résultat, par une explication (appelée la preuve). Il s'agit également de s'intéresser à la vraisemblance du résultat. À noter que dans de nombreux problèmes, la présentation de cette procédure et du résultat obtenu suffisent à prouver la validité de la solution trouvée. Ainsi, l'élève pourra démontrer sa procédure et son résultat à l'enseignant ou à ses pairs par la présentation des différentes étapes de son raisonnement et par la vérification de ses calculs.

3.3.5. Communication de la réponse

La communication de la réponse au problème, et par conséquent ses enjeux et exigences, seront différentes selon le destinataire : l'enseignant, les pairs, les correcteurs... L'élève doit prendre en compte le destinataire de la réponse pour en adapter la formulation. Dans le cadre d'un exercice écrit traditionnel, la communication des résultats prend généralement la forme

d'une présentation du raisonnement voire, uniquement du détail des calculs avec leurs résultats, suivis d'une phrase-réponse.

3.4. Difficultés des élèves à résoudre des problèmes

Il existe différentes causes aux difficultés des élèves dans la résolution de problèmes mathématiques, celles-ci pouvant parfois se combiner.

3.4.1. Difficultés liées à la représentation du problème

L'élève peut être amené à se faire du problème une représentation incomplète (*i.e.*, oubliant de prendre en compte certains éléments), inadaptée (*i.e.*, contresens ou mauvaise interprétation) voire absente (*i.e.*, ne comprend pas du tout l'énoncé).

Ces difficultés peuvent avoir plusieurs origines. Il peut d'abord s'agir de difficultés liées au lexique, l'élève ne connaissant pas certains mots de l'énoncé, ou au contexte social lorsque l'énoncé ne lui est pas familier, ou encore à la présence d'implicites dans l'énoncé. Il peut également s'agir d'une difficulté liée à la présence d'informations trop nombreuses que l'élève ne parvient pas à mémoriser ou à sélectionner, entraînant donc une surcharge cognitive qui fait obstacle à la représentation du problème. Certaines difficultés majeures sont détaillées ci-après.

La structure relationnelle du problème et la place de l'inconnue sont souvent des sources majeures de difficultés des élèves et en expliquent une grande majorité. De ces deux facteurs dépendent par exemple les procédures que les élèves vont essayer de mettre en place. Ainsi, les problèmes de transformations d'état sont souvent difficiles pour des élèves qui ont beaucoup de mal à réfléchir sur des transformations (comme des déplacements), sans pouvoir s'appuyer sur des états (tels que la position des pions).

Enfin la présence de mots inducteurs d'une opération déterminée peut inciter les élèves à utiliser une procédure plutôt qu'une autre, mais que l'enseignant ne souhaite peut-être pas favoriser. Ainsi certains énoncés utilisent des mots induisant pour l'élève le recours à une addition (*e.g.*, gagné, grandir, plus, augmente...) alors qu'une résolution experte du problème aurait nécessité le recours à une soustraction (qui aurait pu être induite par des mots tels que différence, perd, reste, etc.).

3.4.2. Difficultés liées à une stratégie inadaptée

Quatre types de stratégies dites « économiques » à l'origine de difficultés sont souvent mises en place par les élèves car elles leur évitent de se construire une représentation du problème. Si l'enseignant n'y prend pas garde, elles peuvent néanmoins leur permettre de résoudre le problème.

Il s'agit d'abord des stratégies qui s'appuient sur les règles du contrat didactique. Plus précisément, face à un énoncé de problème, certains élèves cherchent les données numériques, appliquant la règle du contrat didactique « pour résoudre un problème, il faut utiliser la dernière notion étudiée avec ces données numériques », et écrivent la phrase réponse en reprenant des termes de la question.

Il s'agit ensuite des stratégies qui s'appuient sur la recherche de mots inducteurs ou d'expressions inductrices, qui évoquent à l'élève certains types d'opérations. Par exemple les mots « plus », « ajoute », « total » etc., sont des termes qui appellent l'addition.

Il peut s'agir également d'un surinvestissement de la stratégie du chaînage avant

Enfin, on trouve ici les stratégies dues à la difficulté de l'élève à mettre en place une stratégie inhabituelle. L'élève est déstabilisé et ne parvient pas à mettre en place la stratégie attendue.

3.4.3. Difficultés liées à l'exécution des procédures choisies par les élèves

Ces difficultés apparaissent lorsque l'élève ne dispose pas de certains schémas généraux de procédures qui interviennent dans la procédure de résolution du problème, qu'il se trouve en surcharge cognitive ou qu'il ne maîtrise pas certains savoir-faire.

On retrouve ici les difficultés liées au calcul, qui sont liées à la nature et la taille des nombres. Les principales difficultés proviennent d'un problème de mémorisation du répertoire additif ou de la non maîtrise d'équivalences entre certains résultats ($7 + 5 = 12$ est équivalent à $12 - 5 = 7$), ce qui doit faire l'objet d'un apprentissage, ou encore de l'incompréhension de notions de décomposition des nombres (lié à la notion d'équivalence).

De plus, l'ordre d'apparition des données dans le texte, lorsqu'il ne correspond pas à la chronologie de l'histoire évoquée par l'énoncé peut être source de difficulté. De même

lorsque les données apparaissent dans un ordre différent de celui qui devra être utilisé pour résoudre le problème.

3.4.4. Difficultés liées à la communication de la procédure ou des résultats

Ce type de difficultés prend sa source dans le manque de recul que peuvent avoir les élèves sur leur travail. Ainsi, certains élèves qui ont pu procéder par tâtonnements pour trouver la solution au problème ne savent pas nécessairement expliquer comment ils ont procédé. Nombreux sont les enseignants qui, à la question « Comment as-tu trouvé ce résultat ? » se sont vu répondre « J'ai réfléchi dans ma tête. » La difficulté peut également provenir d'un manque de pratique de l'écriture mathématique, les élèves ne sachant par exemple pas présenter un calcul ou une phrase réponse. Il convient de faire en sorte que ces élèves s'approprient progressivement les exigences de rédaction de cette discipline.

4. Quelle efficacité pour les aides à la résolution de problèmes ?

4.1. Définition des « aides » dans le cadre de la présente étude

Pour qu'une aide soit efficace, il faut qu'elle ne soit pas excessivement inductive, mais qu'elle soit suffisante pour débloquer un élève face à la résolution d'un problème. Pour Julo (2002), il faut donc aider « ni trop, ni trop peu ». Plusieurs types d'aides sont proposées dans les fichiers qui ont inspiré notre étude, et notamment les aides que nous appellerons :

- **aides « numériques »** : il s'agira en l'espèce d'un calcul à trou devant être complété par le résultat du problème ;
- **aides « schématiques »** : il s'agira ici d'une représentation visuelle symbolique de la situation incluant les données du problème et montrant la place de l'inconnue.

Si les premières semblent venir davantage en aide à la représentation de la situation par les élèves (conceptualisation), les secondes viendraient plutôt les guider dans l'élaboration d'une procédure, en imposant un type de procédure numérique en particulier.

4.1.1. Les aides dites numériques

Ces aides qui sont en fait des opérations à trous, permettent aux élèves de franchir la barrière de la procédure de calcul, celui-ci étant déjà posé. Cette aide permet donc aux élèves de trouver la réponse plus facilement en utilisant uniquement le calcul pour atteindre l'objectif visé par le problème. L'intérêt est donc le pourcentage plus élevé de réussite de ces élèves qui n'ont finalement qu'une partie de la résolution du problème à prendre en charge et peuvent concentrer leurs efforts sur les techniques opératoires exigées par le calcul à trous.

L'inconvénient de ces aides est qu'elles ne permettent pas de travailler la compréhension de l'énoncé et l'extraction de données puisque les élèves n'ont pas à se poser la question de la procédure à employer. Il leur suffit de résoudre l'opération pour trouver le résultat et par suite, la solution au problème dans son entier. Ils doivent néanmoins être capables de compléter la phrase réponse avec les données correctes trouvées par le calcul. Ils doivent donc faire le lien entre résultat recherché par le calcul et solution au problème, ce qui n'est pas systématique chez des élèves de cycle 2.

Néanmoins la question qui peut se poser est de savoir si ce type d'aide ne donne pas à l'enseignant une illusion de bénéfice. En effet, l'énoncé du problème n'est alors rien d'autre qu'un habillage permettant en réalité de travailler la technique opératoire, sans réellement aborder la résolution de problème.

4.1.2. Les aides dites schématiques

Un schéma peut être défini comme un « *dessin ne comportant que les traits essentiels de la figure représentée, afin d'indiquer, non sa forme, mais ses relations et son fonctionnement* » (Larousse). Mais lorsque nous parlons de schémas comme outils d'aide, de quel(s) schéma(s) parlons-nous ? Monnier (2003) propose la classification suivante :

- **les dessins à caractères figuratifs** : il s'agit de représentations très personnelles de la réalité, plutôt utilisées par les élèves de cycle 2 qui ne maîtrisent pas encore les outils de schématisation plus synthétique et plus schématique ;
- **les représentations numériques** qui présentent les données évoquées dans l'énoncé en langage purement mathématique ;
- **les tableaux et les graphiques** ;

- **les représentations symboliques** telles que l'écriture algébrique ou les schémas de problèmes comme par exemple ceux présentés par Vergnaud (1997) pour les structures additives et multiplicatives.

4.1.3. L'intérêt des schématisations

Bien qu'elles ne soient pas destinées à faire l'objet d'un enseignement, les schématisations des problèmes (*e.g.*, dessins, points, diagrammes, droites numériques orientées, bâtons...) peuvent être très utiles aux élèves. Certaines interviennent au stade de la compréhension du problème par la représentation symbolique d'une situation, afin d'illustrer la chronologie ou le récit des événements évoqués par l'énoncé. D'autres servent à la résolution proprement dit et viennent représenter de manière visuelle une procédure dont les élèves ne parviennent pas à se représenter mentalement le fonctionnement.

Ces schématisations sont très souvent utilisées spontanément par les enseignants, du premier comme du second degré, pour aider un élève en situation de blocage. « Fais un schéma et la solution ira de soi » est une idée communément répandue. Mais quelle est réellement l'efficacité de cette schématisation ? Certains didacticiens (Gamo, 2001 ; Descaves, 1992 ; Adam, 2000 ; cités dans Monier, 2003) proposent à l'enseignant d'aider l'élève à se construire une représentation du problème, en le poussant à reformuler l'énoncé par la verbalisation ou par l'utilisation de schémas. En effet, les représentations schématiques permettent de présenter les données de façon non linéaire, en allégeant la mémoire de travail de quelques minutes, facilitant dès lors la construction de la représentation du problème.

Toutefois, l'équipe d'Ermel qui a mené des travaux dans des classes de CE1 et CE2, a démontré qu'il était en pratique très compliqué, et même risqué, de leur imposer un type précis de schématisation. Éventuellement l'enseignant se limitera à proposer une schématisation, et observera ensuite l'utilisation que peuvent (ou non) en faire les élèves.

Parallèlement, Julo (2002), suggère de proposer un panel diversifié d'outils, afin de ne pas « *enfermer les élèves dans une approche du problème qui ne serait pas compatible avec la représentation qu'ils avaient commencé à se construire.* »

En résumé, les outils de schématisation peuvent être une aide effective à la construction de la représentation du problème, voire à sa résolution. Dès lors, dans le cadre de la présente étude, nous souhaitons vérifier à quelles conditions cette schématisation se révèle être une aide efficace, et savoir si cette aide diffère en fonction du type de problème concerné.

4.2. Présentation des hypothèses

La première hypothèse qui semble s'imposer est que plus l'énoncé apportera d'aides à l'élève, plus le pourcentage de réussite sera important.

Plus précisément, nous pouvons imaginer que les aides schématiques favoriseront chez les élèves une bonne compréhension de la situation mais ne les aideront pas nécessairement à trouver la bonne procédure ou à réaliser correctement les calculs.

Au contraire, les aides numériques devraient se révéler efficaces pour que l'élève trouve un résultat correct. En revanche ces calculs à trou ne permettront pas à l'élève de travailler la compréhension pour une meilleure représentation de la situation, ni l'extraction de données.

En l'absence de toute aide, il semble envisageable que les pourcentages de réussite soient les plus faibles. Les élèves ne bénéficiant pas d'étayage supplémentaire concernant la représentation de la situation ou les procédures de calcul, auront sans doute des résultats moins bons que les autres groupes qui bénéficieront d'une des deux aides, et a fortiori des deux types d'aides.

À noter toutefois que certaines aides pourraient se révéler contre-productives en ôtant à l'élève toute nécessité de s'approprier et comprendre le problème, et donc l'empêche de mettre en place sa propre procédure de résolution. Il sera alors intéressant de se pencher sur l'efficacité « illusoire » de ces aides en présence d'un résultat qui serait correct malgré tout.

Par ailleurs, le type de problèmes peut également avoir une influence sur les résultats. En effet, il est admis que les problèmes de transformation d'état avec recherche de la transformation posent davantage de difficulté aux élèves que ceux de composition d'états ou de transformation d'état avec recherche de l'état final (Charnay, 2014).

4.3. Présentation de l'expérimentation et de la méthode

4.3.1. Population

Un total de 43 élèves de CE1 a participé à cette étude, et plus précisément 14 filles et 29 garçons âgés de 7 à 8 ans. Ces élèves provenaient de trois écoles altiligériennes différentes : école n°1 ($n = 8$), école n°2 ($n = 16$) et école n°3 ($n = 19$). Les élèves dans l'école n°1 ne présentaient pas de difficultés particulières sauf un enfant, pour qui l'attention devenait

diffuse très rapidement, et une élève, qui avait d'énormes difficultés à s'engager dans les tâches. Parmi les élèves de l'école école n°2, cinq à sept élèves n'avaient pas encore stabilisé les principes de base de la numération et montraient des difficultés en compréhension. Enfin, les élèves de l'école n°3 avaient un niveau relativement homogène, avec néanmoins 5 élèves un peu plus fragiles en numération, et un élève en réelle difficulté de compréhension générale.

4.3.2. Plan expérimental et variables indépendantes

Types de problèmes proposés

Les problèmes dits « concrets » étant les plus courants, c'est à ces derniers que nous nous sommes intéressés dans cette recherche. De plus, nous avons choisi de retenir des énoncés simples, présentés sous forme d'un écrit sans donnée inutile ou manquante, et sans étape intermédiaire.

Nous nous sommes penchées dans cette étude sur les deux premières catégories de problèmes additifs selon la typologie de Vergnaud, à savoir les problèmes de composition de deux états et les problèmes de transformation d'état, car ils sont consistants avec ceux qui sont travaillés dans notre fichier de mathématiques. De plus, il paraissait intéressant pour pouvoir tenter d'apporter une réponse à l'un des aspects de notre problématique concernant l'utilité des différents types d'aides en fonction du type de problème rencontré, de tester au minimum deux types de problèmes.

Deux variables didactiques (indépendantes) étaient manipulées dans cette étude. La première concernait les types d'aide fournis aux élèves. Quatre modalités étaient possibles. Chaque participant n'était soumis qu'à une seule modalité de la variable. Il y avait donc quatre groupes expérimentaux indépendants qui allaient être comparés. Les élèves du premier groupe ne bénéficiaient d'*aucune aide*. Ceux du second groupe disposaient d'une *aide numérique*, objectivée sous forme d'opération à trous. Au troisième groupe était fournie une *aide schématique*, c'est-à-dire une représentation symbolisée ou imagée du problème. Enfin, le quatrième groupe se voyait proposer les *deux aides* précédentes (numérique + schématique). La deuxième variable manipulait le type de problèmes à résoudre. Tous les participants étaient soumis à chaque modalité de la variable. En effet, bien que relevant tous de la catégorie des problèmes additifs ou soustractifs, trois types de problèmes étaient proposés à l'ensemble des élèves, à savoir des problèmes de composition d'état avec recherche d'un composant, des problèmes de transformation d'état avec recherche de l'état initial et, des problèmes de transformation d'état avec recherche de la transformation.

Les groupes ont été formés de manière assez hétérogène avec des élèves de tous niveaux dans chaque groupe, l'objectif étant de constituer quatre groupes d'un niveau global équivalent.

Les mesures (variables dépendantes)

Deux types d'analyses différentes ont été conduites. Nous présenterons dans un premier temps les analyses quantitatives, en comparant le nombre de réussites des élèves aux problèmes proposés en fonction de l'aide qui leur était apportée et en fonction du type de problèmes, et dans un second temps, les analyses qualitatives, portant sur les types d'erreurs – et notamment s'il s'agit d'erreurs dans l'extraction de données et la compréhension de la situation ou d'erreurs de calcul – et en analysant les types de procédures utilisées (pour les groupes sans procédure imposée).

Matériel

Le matériel utilisé pour notre expérimentation est présenté dans les Annexes 2 (groupe sans aide), 3 (groupe avec aide schématique), 4 (groupe avec aide numérique) et 5 (groupe avec deux aides). Ces annexes reprennent donc les quatre versions de problèmes soumis aux élèves. Tous étaient composés de six problèmes :

- Les deux premiers étaient des problèmes de composition d'état :

* Exercice 1 : « Justine a composé un bouquet de 20 fleurs avec des marguerites et des bleuets. Ce bouquet contient 13 marguerites. **Combien de bleuets le bouquet contient-il ?** »

* Exercice 2 : « Pour son anniversaire, la maman de Pierre lui a préparé un verre de 75 cl de cocktail. Ce cocktail contient 58 cl de jus d'orange et du sirop de grenadine. **Quelle quantité de sirop de grenadine le cocktail contient-il ?** »

- Les deux suivants étaient des problèmes de transformation d'état avec recherche de l'état initial :

* Exercice 3 : « L'ancêtre du crocodile mesurait 14 m. Il mesurait 9 m de plus que le crocodile actuel. **Combien mesure le crocodile actuel ?** »

* Exercice 4 : « En 1980, un téléphone portable mesurait 35 cm. Il mesurait 21 cm de plus qu'un téléphone portable d'aujourd'hui. **Combien mesure un portable d'aujourd'hui ?** »

- Les deux derniers étaient des problèmes de transformation d'état avec recherche de la transformation :

* Exercice 5 : « Un jeune cachalot mesure 4 m. À l'âge adulte, il mesurera 19 m. **De combien de mètres le jeune cachalot va-t-il encore grandir ?** »

* Exercice 6 : « Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route. **Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?** »

Par ailleurs, deux problèmes (exercices 2 et 6) impliquaient de plus grands nombres.

Procédure

L'expérience a été menée par deux enseignantes FSE. Le protocole de passation expérimental suivait les étapes décrites dans la fiche de préparation annexée à la présente étude (cf. Annexe 1).

Analyse à priori

De manière générale, nous nous attendons à plus de difficultés dans le groupe sans aide. Un étayage plus poussé sera donc certainement nécessaire avec les élèves de ce groupe. Le temps consacré à la réalisation des problèmes sera aussi certainement plus long. C'est pourquoi, des activités en autonomie sont prévues pour les élèves ayant terminé le plus rapidement. Il est également possible d'envisager que les difficultés ne soient pas plus importantes et le temps de travail pas plus long pour les élèves bénéficiant de l'aide numérique étant donné qu'une procédure de résolution (calcul à trous) leur est déjà mise à disposition. Au contraire, les difficultés devraient être plus grandes et le temps consacré aux problèmes plus long pour les élèves faisant partie du groupe avec aide schématique. En effet, bien qu'une aide leur soit donnée pour faciliter la représentation de la situation, ils doivent eux-mêmes trouver leur propre procédure pour résoudre le problème. Enfin, c'est dans le groupe sans aide que nous attendons les difficultés les plus importantes et le temps de résolution le plus long car dans ce groupe, les enfants doivent à la fois se construire leur propre représentation de la situation et élaborer leur propre procédure. L'étayage de la part

des enseignantes devra donc être donné prioritairement à ce groupe ainsi qu'aux élèves ne disposant que d'une aide schématique.

Concernant les procédures attendues, elles reprennent celles décrites dans l'introduction. Dans le groupe avec deux aides, nous ne nous attendons pas forcément à voir apparaître de procédures autres que celles déjà proposées. Dans celui avec une aide schématique, si nous attendons moins à voir apparaître des procédures s'appuyant sur une figuration de la réalité, des procédures de comptage un à un ou utilisant le calcul sont attendues. Les trois types de procédures pourraient toutefois être observés dans le groupe avec aide numérique ou sans aide.

Concernant les erreurs et en lien avec ce que nous avons décrit dans l'introduction concernant les difficultés associées à la résolution de problèmes, trois grands types d'erreurs sont attendus. Les premières seraient liées à la représentation de la situation et devraient être absentes dans les groupes avec aides schématiques ou les deux aides, cette étape étant déjà réalisée pour ces élèves. Les secondes seraient plus liées à une difficulté à élaborer une procédure et devraient être retrouvées dans les groupes avec aide schématique ou sans aide essentiellement, la procédure experte étant fournie aux élèves des groupes avec aide numérique ou deux aides. Enfin, les erreurs d'exécution de la procédure et de calculs sont les plus attendues et ceci, dans les quatre groupes expérimentaux, cette étape devant être réalisée dans tous les groupes.

Nous serons également particulièrement vigilantes à vérifier que les consignes soient bien lues dans les groupes disposant d'une aide schématique ou des deux aides. En effet, nous suggérons la possibilité que les élèves effectuent directement les calculs sans se préoccuper du contexte dans ces deux groupes. Ceci nous permettra de nous rendre compte des effets du contrat didactique dans une situation réelle de classe et surtout, de vérifier que l'efficacité de certaines aides n'est pas, en réalité, qu'illusoire.

5. Résultats et analyse

5.1. Vérification d'un « effet d'école »

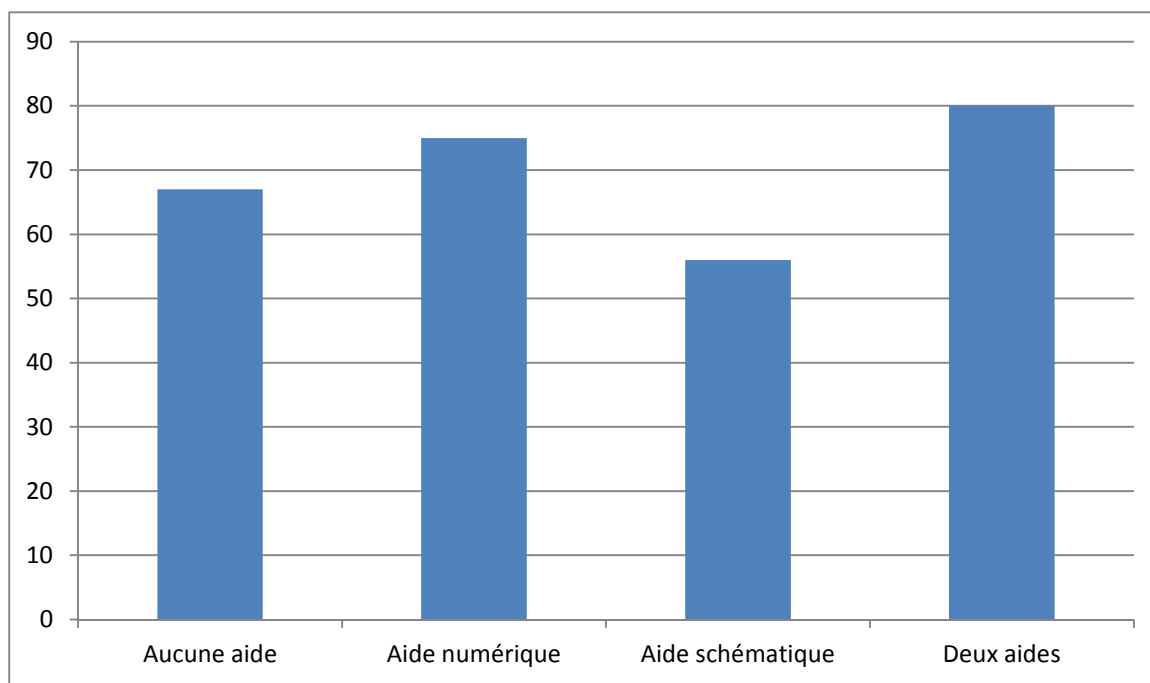
Avant de nous intéresser aux résultats en lien direct avec nos hypothèses, nous avons tout d'abord vérifié s'il existait, dans notre étude, un « effet d'école » (*i.e.*, résultats différents en fonction de l'école). Aucune différence marquante n'est apparue entre les élèves de l'école école n°2 et de l'école n°1, avec un nombre moyen de réussites aux problèmes respectivement

de 3,5 et 3,9 sur 6. Toutefois, les élèves de l'école n°3 se sont montrés beaucoup plus performants avec un taux de réussite moyen s'élevant à 4,8 bonnes réponses sur 6. Plusieurs explications sont ici envisageables. Tout d'abord, cet effet d'école pourrait être lié à un « effet maître » étant donné que les données récoltées à l'école école n°2 et à l'école n°1 l'ont été par une enseignante et celles récoltées à l'école n°3 par une autre. En effet, le niveau d'étayage n'a peut-être pas été exactement identique, l'enseignante de l'école école n°2 et de l'école n°1 ayant laissé les élèves plus autonomes, et celle de l'école n°3 ayant procédé à un étayage individuel plus poussé. Une deuxième explication pourrait se trouver dans le niveau de compétences des élèves. En effet, si très peu d'élèves apparaissent en difficultés à l'école n°3, ils sont 2 sur 8 présentant de forts troubles de l'attention et de la concentration à l'école n°1, et au moins 7 sur 16 à l'école école n°2, avec 4 élèves issus des classes ULIS et les 3 autres bénéficiant d'un PPRE, et/ou d'un suivi RASED et/ou d'un suivi en APC en numération. Enfin, une dernière explication peut-être avancée. En effet, les élèves de l'école n°3 étaient beaucoup plus avancés dans le fichier et donc le programme, ce qui a pu leur permettre de mettre en place des stratégies de résolution de problème et/ou de calcul beaucoup plus stables et donc beaucoup plus efficaces que ceux de l'école école n°2 ou de l'école n°1, notamment en lien avec le traitement de situations soustractives, qui venait tout juste d'être abordé avec les élèves des deux dernières écoles.

5.2. Nombre de réussites des élèves (analyse quantitative)

5.2.1. Réussite aux problèmes en fonction du type d'aide apportée

Présentation des résultats



Graphique 1 : Nombre de réussites aux problèmes en fonction de l'aide proposée.

Comme l'indique le graphique 1, le pourcentage de réussite aux exercices varie selon le type d'aide apportée. Le pourcentage le plus élevé est observé lorsque les deux types d'aides sont proposés. Toutefois, lorsque nous regardons les résultats des groupes ayant été soumis à un seul de ces deux types d'aide (numérique ou schématique), nous voyons que le bénéfice observé dans le groupe avec les deux aides semble plus venir d'un effet positif de l'aide numérique que de l'aide schématique. En effet, si le taux de réussite est quasi identique lorsque les deux types d'aide ou seulement l'aide numérique sont données aux élèves, le pourcentage de réussite chute significativement lorsque seule l'aide schématique leur est proposée. C'est d'ailleurs dans ce dernier groupe que nous retrouvons le taux de réussite le plus bas. En effet, sans aide, bien que la réussite des élèves soit restée moindre que dans les groupes où une aide numérique ou les deux aides étaient apportées, la performance est toutefois meilleure dans ce groupe sans aide que lorsqu'une aide schématique est donnée aux élèves.

Analyse des résultats

De façon consistante avec nos hypothèses, associer des aides à la présentation d'énoncés semble favoriser la réussite des élèves dans une activité de résolution de problèmes. En effet, une meilleure performance est observée dans le groupe ayant bénéficié des deux aides que dans celui n'ayant bénéficié d'aucune aide. Ceci est consistant avec la littérature ayant montré le bienfait de l'étayage sur l'apprentissage et la réussite des élèves, que ce soit en mathématiques, mais de manière générale, dans tous les domaines d'enseignement de l'école élémentaire. Toutefois, nous voyons que toutes les aides ne sont pas également efficaces. En effet, le bénéfice observé dans le groupe avec les deux aides semble être plus expliqué par le bénéfice de l'aide numérique avec laquelle les taux de réussite sont proches des situations où les deux types d'aides sont apportés. À l'inverse, lorsque seule l'aide schématique est donnée, le pourcentage de réussite chute de manière surprenante pour devenir encore plus bas que celui des élèves n'ayant bénéficié d'aucune aide. Mais comment expliquer cette différence de bénéfice entre les deux types d'aides évalués dans notre étude, et surtout, comment expliquer l'absence de bénéfice, voire l'effet délétère de l'aide schématique ici observé ?

Tout d'abord, Julo proposait en 2002 qu'il fallait aider « ni trop, ni trop peu ». Nous proposons à l'issue de cette étude, qu'il s'agit moins de la quantité d'aide qui va être déterminante, mais plutôt, le type d'aide proposé. Nous nous attendions à trouver un bénéfice de l'aide schématique, ce qui est consistant avec certaines données retrouvées dans la littérature. En effet, amener les élèves à schématiser l'énoncé d'un problème allégerait la mémoire de travail et favoriserait la construction de la représentation du problème. Toutefois, d'autres didacticiens (*e.g.* équipe d'Ermel) ont également montré qu'il peut être dangereux d'imposer aux élèves un type précis de schématisation en les enfermant, selon Julo (2002), dans une approche du problème qui ne serait pas compatible avec la représentation qu'ils se seraient eux-mêmes construite en lisant l'énoncé. C'est une première explication pouvant être avancée pour rendre compte des données observées dans notre étude. Au lieu de favoriser la représentation, une aide schématique imposée pourrait au contraire être un frein à l'appropriation de la situation par les élèves. Comme le propose Julo (2002), il serait donc efficace d'apprendre aux élèves à construire leur propre schématisation de problèmes, en leur proposant tout un ensemble d'outils diversifiés pour y arriver, mais qu'il serait dangereux de leur imposer.

D'autres explications sont également envisageables. Tout d'abord, il se peut que les élèves ne se soient pas appuyés sur l'aide schématique qui leur était proposée soit, car ils s'étaient

déjà construit leur propre représentation du problème et qu'ils ne ressentent pas le besoin de l'utiliser soit, parce que cette aide ne leur parlait pas ou soit, parce qu'elle interférait avec celle qu'ils s'étaient déjà construite. Cette dernière possibilité pourrait d'ailleurs expliquer le taux de réussite plus faible des élèves du groupe avec aide schématique comparativement à ceux sans aide. En effet, dans ce premier groupe, le schéma proposé est peut-être venu interférer avec les représentations que s'étaient fait les élèves des problèmes, ce qui a pu entraîner une difficulté supplémentaire à traiter. Ensuite, il est possible que la présence du schéma ait détourné l'attention des élèves qui ont pu être moins concentrés pour mettre en place ou exécuter une procédure efficace pour répondre à la question posée. Cette explication peut être mise en lien avec les recherches portant sur les illustrations retrouvées dans les fichiers et qui ont montré que ces illustrations pouvaient entraîner une diffusion de l'attention et être délétères aux apprentissages et à la réussite avec certains élèves. Enfin, en lien avec cette explication, la présence d'un double énoncé, présenté sous forme textuelle et sous forme schématique, a également pu entraîner chez l'élève une surcharge cognitive qui aurait pu parasiter l'élaboration d'une procédure et son exécution, voire même la compréhension de l'énoncé lui-même. Toutes ces explications sont certainement liées et complémentaires. Dans tous les cas, rien ne nous permet d'en préférer une à l'autre. Mais, un premier résultat important devant être retenu de notre étude est que l'aide schématique n'a eu aucun effet bénéfique sur la performance des élèves.

A l'inverse, il est apparu que l'aide numérique ait été bénéfique pour la réussite des élèves. Cet effet, prévu par nos hypothèses, peut très certainement s'expliquer par le fait que ce type d'aide fournit à l'élève la procédure (experte) à utiliser pour résoudre le problème. Seule l'étape d'exécution de la procédure reste à mettre en œuvre pour les élèves, qui évitent ainsi deux difficultés majeures liées à la résolution de problème, à savoir, la représentation de la situation en langage mathématique et la mise en place d'une procédure pour répondre à la question. Toutefois, ce bénéfice d'une aide numérique observé dans notre étude peut être questionné. Plus précisément, nous pouvons nous demander si cette aide est réellement efficace lorsque l'objectif est de travailler la résolution de problèmes. En effet, si l'exécution de la procédure est bien une étape importante de ce type d'activité, selon nous, elle n'en est pas le cœur, la résolution de calculs pouvant être travaillée par ailleurs. Les étapes de transcription des situations sous forme mathématique et d'élaboration de la procédure seraient les deux étapes majeures. Or, si ces étapes sont déjà résolues pour les élèves avec l'apport d'une aide numérique, certes ils vont mieux réussir, mais quelles compétences spécifiques

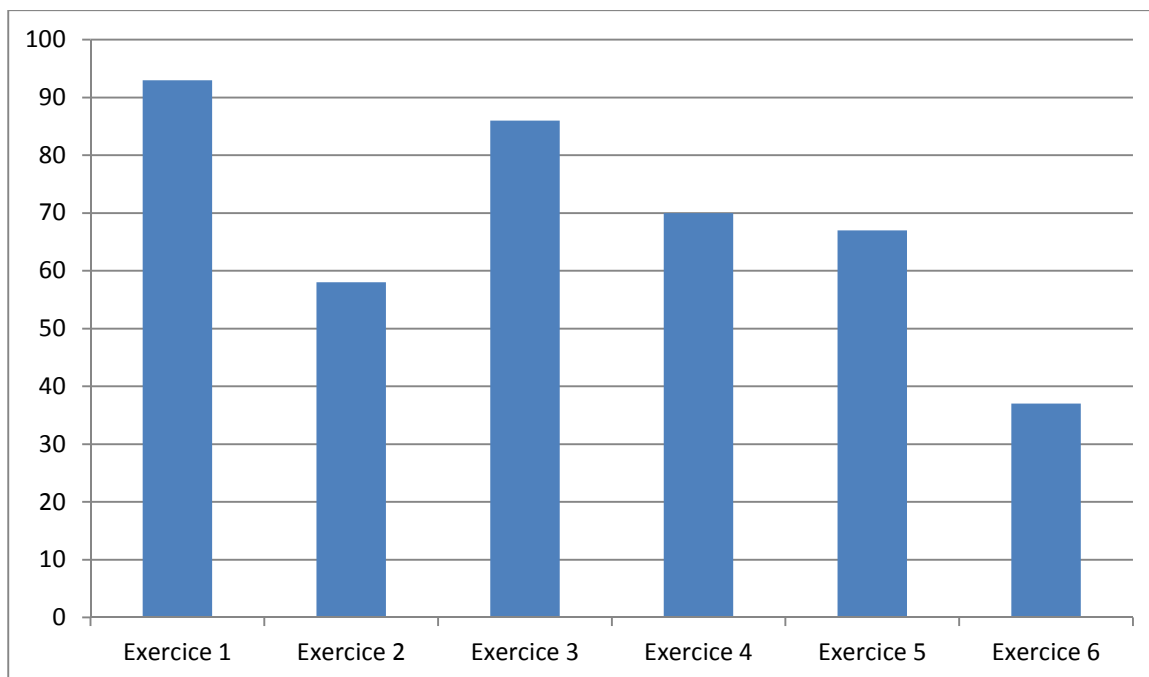
vont-ils développer en lien avec ces deux étapes essentielles de la compréhension des situations additives et soustractives et plus généralement de la résolution de problèmes ? C'est pourquoi, à l'issue de notre étude, il nous faut certes reconnaître avoir observé un bienfait de l'aide numérique sur la réussite des élèves, mais également relativiser cet effet, en nous demandant si ce type d'aide permet réellement de travailler les compétences nécessaires à la résolution de problèmes, ou s'il ne devrait pas seulement être considéré comme un simple habillage permettant de ne travailler rien de plus que le calcul.

5.2.2. Réussite aux problèmes en fonction du type de problème

Présentation des résultats

Dans cette étude, le type de problème rencontré semble avoir eu un impact sur les performances des élèves. Précisément, nous avons constaté que les problèmes de composition d'état et de transformation d'état avec recherche de l'état initial sont globalement mieux résolus par les élèves avec respectivement des taux de 76% et 78% de réussite. À l'inverse, les problèmes de transformation d'état avec recherche de la transformation révèlent de plus grandes difficultés chez les élèves avec un pourcentage de réussite de 52%.

Toutefois, le détail des pourcentages de réussite problème par problème montre une hétérogénéité des résultats au sein de chaque catégorie. Comme le montre le graphique 2, les exercices qui demandent la mise en œuvre de calculs avec des grands nombres semblent poser davantage de difficultés aux élèves avec un taux de réussite bien plus bas (exercices 2 et 6). Le taux de réussite le plus bas est observé avec l'exercice 6 qui pose une double difficulté puisqu'il s'agit d'un problème de transformation d'état avec recherche de la transformation, et l'utilisation de grands nombres (89 ; 45).



Graphique 2 : Pourcentage de réussite en fonction du problème

Nous avons également voulu vérifier que l'efficacité des aides ne différait pas en fonction du type de problème. Nous remarquons en effet que le type d'aide n'a pas d'influence notable sur la réussite des élèves aux différents types de problèmes.

	Composition d'état	Transformation d'état, recherche de l'état final	Transformation d'état, recherche de la transformation
Aucune aide	36%	36%	27%
2 aides	35%	36%	25%
Aide numérique	38%	40%	22%
Schéma	38%	35%	27%

Tableau 1 : Pourcentage de réussite en fonction du type de problème et du type d'aide.

Analyse des résultats

De façon inconsistante avec ce que nous proposons dans notre introduction, la réussite des élèves ne dépendrait pas forcément du type de problèmes rencontré. En effet, il est souvent avancé que les problèmes de transformations seraient plus difficiles à résoudre pour les élèves que ceux de composition d'état. Or, au regard de nos résultats, tout ne semble pas si simple. En effet, si les problèmes de transformations d'état avec recherche de la transformation sont

en effet moins bien réussis, ceux de transformations d'état avec recherche de l'état initial le sont aussi bien que ceux de composition d'état avec recherche d'un composant. Il semblerait donc que la difficulté majeure rencontrée par les élèves ne dépende pas spécifiquement du type de problème qui leur est donné, mais comme l'ont démontré différents didacticiens, de la place de l'inconnue. Rappelons ici que les problèmes travaillés concernaient des situations soustractives pouvant être résolues, de façon experte, soit à l'aide d'une addition à trou, soit à l'aide d'une soustraction. Or, s'il est possible que la recherche d'un état initial induise bien la nécessité de faire une différence, il est peut-être moins évident pour les élèves que pour trouver la valeur d'une transformation, il faille également procéder à une soustraction. Dans tous les cas, ces résultats montrent bien l'intérêt de travailler tous les types de problèmes avec les élèves, avec des places d'inconnue différentes, afin de ne pas passer à côté de l'acquisition d'une compétence ne pouvant être développée qu'à partir d'un type précis de problème et d'inconnue.

Un autre résultat important à analyser dans cette étude concerne la réussite aux exercices 2 et 6 qui l'a été dans une moindre mesure que pour les autres. La spécificité de ces problèmes était de mettre en jeu de plus grands nombres. Nous confirmons donc dans cette étude que la taille des nombres est une variable didactique importante dans la résolution de problèmes, ce qui est consistant avec la littérature, et par ailleurs tout à fait compréhensible. En effet, à ce niveau et à ce stade de l'année, la soustraction posée n'a pas encore été étudiée par les élèves de CE1. Ils doivent donc mettre en place soit des stratégies de comptage un à un, soit des stratégies de calcul mental plus élaborées impliquant l'utilisation de doubles, d'arrondis, de regroupements, etc. Or, ces stratégies sont sources d'erreurs lorsque de grands nombres sont impliqués. La moindre réussite des élèves aux problèmes impliquant de plus grands nombres n'est donc pas ici, en soi, surprenante. Elle n'en reste pas moins importante à souligner.

5.3. Les procédures utilisées et les types d'erreurs rencontrés par les élèves (analyse qualitative)

5.3.1. Analyse des procédures utilisées par les élèves

Tout d'abord, en présence des deux types d'aides, les élèves n'avaient pas à mettre en œuvre de stratégie particulière, que ce soit pour se représenter la situation ou pour élaborer une procédure. En effet, une représentation leur était déjà fournie sous forme de schéma, ainsi que la procédure par le biais du calcul à trous. Or, aucun élève n'a proposé de représentation

ou de procédure autres que celles imposées par l'énoncé, ce qui suggère que lorsqu'une représentation ou une procédure est proposée aux élèves, ils ne cherchent pas à en mettre en place d'autres stratégies qui pourraient pourtant être plus parlantes pour eux et plus efficaces.

En présence d'une aide numérique seule, et malgré les suggestions des enseignantes sur ce point, nous constatons que les élèves ne cherchent pas à proposer une représentation schématique de la situation. Ceci est également consistant avec la littérature qui montre que les élèves, même après formation à la schématisation, n'utilise que très peu le schéma pour conceptualiser les situations auxquelles ils sont confrontés et qu'ils sont amenés à résoudre (*e.g.*, Monnier, 2003). De plus, utiliser l'aide numérique sans passer par une représentation schématique de la situation est à la fois économique pour l'élève et logique puisque la procédure est déjà mise en œuvre au moyen du calcul à trous. Les élèves n'ont même pas besoin de relever les données du problème et peuvent se contenter de faire les calculs proposés. C'est d'ailleurs ce qu'il s'est certainement passé à plusieurs reprises dans notre étude, des données ayant été relevées dans ce sens. En effet, lorsque les enseignantes ont demandé aux élèves bénéficiant de cette aide numérique comment ils avaient fait pour trouver leur réponse, elles ont pu remarquer que certains élèves n'avaient même pas lu l'énoncé et avaient juste résolu le calcul qui leur était proposé. Ceci renvoie à la question que nous nous posions précédemment concernant la réelle efficacité des aides numériques lorsque l'objectif est de travailler la compréhension de problèmes, leur représentation et la mise en place de procédures pour les résoudre. Bien qu'apparaissant bénéfiques en termes de réussites aux problèmes, ces aides ne permettraient pas de travailler ces compétences essentielles de la résolution de problème. Elles pourraient même être dangereuses en faisant passer l'enseignant à côté de son objectif d'apprentissage sans qu'il s'en aperçoive, les élèves donnant les bonnes réponses. Dans tous les cas, il semble important de bien se rappeler des objectifs des compétences devant être travaillées avec la résolution de problèmes et de bien exercer les élèves à la compétence de compréhension d'énoncés et d'extraction de données indépendamment de l'aspect calcul.

Passons au groupe en présence d'une aide schématique seule. Dans ce groupe, 11 élèves sur 16 ont eu recours au calcul sur les nombres après reconnaissance du calcul à effectuer (additions à trou et/ou soustractions). Les cinq autres ont donné la réponse sans écrire de calcul ni de procédure particulière. L'observation de ces élèves par les enseignantes a permis de révéler l'utilisation du comptage en avant ou en arrière un à un pour deux d'entre eux, et du tâtonnement pour deux autres. Le dernier élève a pris les données de l'énoncé et les a

ajoutées systématiquement. La procédure utilisée par cet élève peut être mise en lien avec un problème de contrat didactique, selon lequel, certains élèves vont avoir tendance pour résoudre un problème à prendre les données numériques et à les utiliser dans un calcul mathématique récemment abordé. Dans tous les cas, aucun élève n'a proposé une représentation schématique de la situation autre que celle qui leur était imposée. De façon consistante avec Julo (2002) et nos résultats, et de façon consistante avec l'argumentaire proposé pour les aides numériques précédemment, il est donc possible que la présence d'une aide schématique empêche les élèves de mettre en place leur propre représentation du problème et ne leur permette pas de travailler cette compétence essentielle de la résolution de problèmes. Mais, mieux que lorsqu'une aide numérique est utilisée, ce type d'aide permet tout de même de travailler la mise en place de procédure pour résoudre les problèmes, ce qui permet de relativiser un peu son absence de bénéfice dans notre étude.

Enfin, en l'absence de toute aide, différents types de procédures ont été observées. Les schémas sont rarement utilisés malgré les suggestions des enseignantes. En effet, seuls deux élèves sur 15 ont eu recours à une figuration de la réalité suivie d'un dénombrement (cf. Annexe 6). Un élève a cherché à utiliser les données de l'énoncé de manière apparemment aléatoire, sans représentation claire de la situation et a recopié une de ces données en guise de résultat au problème. Sept élèves sur 15 ont utilisé le calcul en ligne et 4 ont utilisé le surcomptage. Une fois encore, nous voyons bien qu'en l'absence d'aide numérique, les élèves ne mettent pas encore tous en place des procédures numériques utilisant les données disponibles et en écrivant un calcul. Cette écriture numérique demande une compétence de compréhension des situations additives et soustractives que l'on ne pourrait pas évaluer en présence d'une aide numérique. Alors où en est l'élève dans le développement de ces procédures ? Ceci est une question que seule cette absence d'aide numérique va permettre d'aborder.

5.3.2. Analyse des différents types d'erreurs commises par les élèves

Nous ferons un point rapide sur les erreurs produites dans cette étude. La majorité des erreurs est liée à l'exécution des calculs, ce qui est particulièrement marqué dans les problèmes impliquant des grands nombres. En effet, à ce niveau et à ce stade de l'année, la soustraction posée n'a pas encore été étudiée par les élèves de CE1. Pour résoudre leur calcul, ils sont donc obligés d'utiliser le surcomptage ou des stratégies plus élaborées de calcul mental utilisant par exemple, les doubles, compléments, regroupements, etc. Nous ne pouvons

pas savoir exactement quelles stratégies de calcul ont été mises en œuvre par les élèves ayant proposé un calcul pour traduire les situations présentées dans les problèmes. Mais nous savons que les stratégies qu'ils ont utilisées ont entraîné des difficultés et des erreurs lors de la manipulation de grands nombres. Deux autres types d'erreurs ont d'ores et déjà été évoqués en lien avec les procédures. Pour l'élève ayant recopié un nombre de l'énoncé, il est clair que les erreurs viennent d'un problème de compréhension de la situation. De même pour l'élève qui a systématiquement additionné les données de l'énoncé, avec certainement en plus, un effet de contrat didactique. D'autres incompréhensions de l'énoncé ont pu être déduites lorsque les données n'étaient pas placées dans le bon ordre au sein de la relation numérique proposée (calcul).

6. Conclusion

Il convient de relever que les erreurs commises par les élèves sont liées, pour la plupart, à des difficultés d'utilisation des procédures et à l'absence de connaissance de la technique opératoire. De plus, les élèves sont parfois gênés par l'utilisation des grands nombres, qu'ils découvrent et dont ils ne maîtrisent pas encore l'utilisation dans des calculs. En outre, afin d'améliorer les compétences des élèves en matière de résolution de problèmes, il apparaît nécessaire de travailler tous les types de problèmes car chacun présente ses difficultés propres et met en jeu des compétences spécifiques pour les surmonter. Au CE1, les élèves utilisent majoritairement des procédures numériques, mais un accompagnement est nécessaire pour les quelques élèves qui n'y ont pas recours spontanément.

Cela étant, la principale conclusion qui peut être tirée de cette étude est qu'il y a un semblant de bénéfice pour les élèves qui ont bénéficié soit des deux types d'aides, soit des aides numériques. Il faut néanmoins souligner l'efficacité purement fictive de l'aide numérique dans le domaine de la résolution de problèmes. L'opération à trou ne permet pas de travailler les compétences essentielles de la résolution et peut faire passer à côté de l'objectif d'apprentissage sous semblant de réussite.

D'autre part, il est intéressant de constater la réelle inefficacité de l'aide schématique qui a donné des résultats comparables à ceux du groupe ne bénéficiant d'aucune aide. Dans le meilleur des cas, l'aide schématique a été purement ignorée par les élèves, mais on peut également voir qu'elle a pu, pour certains élèves, entraver ou disperser leur raisonnement.

Cette schématisation n'est pas nécessairement à proscrire mais nécessite, plutôt que d'être imposée, d'être proposée en tant que méthode de compréhension et de résolution aux élèves qui doivent se l'approprier pour pouvoir l'utiliser de manière efficace. L'utilisation des schémas ne semble en tout cas pas spontanée. Les élèves n'ont jamais recours aux schémas lorsque la représentation du problème est pour eux claire et immédiate. Ils font uniquement un raisonnement mental ou un calcul.

Ce type d'aide serait donc à éviter ou éventuellement à construire avec l'élève, mais nécessite de bien travailler en amont la représentation de la situation et le sens des opérations. Or de nombreux manuels utilisent l'outil graphique, dans le cadre d'une activité de résolution de problème, comme méthode de résolution et non comme outil de représentation de l'énoncé. La résolution est alors guidée par la présentation de ces schémas qui décrivent une procédure de résolution bien spécifique. Il est donc possible que certains élèves n'adhèrent pas à cette procédure de résolution et que les représentations de problèmes sous une forme schématique imposée puissent les enfermer dans un mode de représentation particulier, mais qui ne fait pas sens pour eux. Les schémas proposés dans les manuels peuvent se révéler efficaces, encore faut-il que ces outils soient travaillés et maîtrisés au préalable par l'élève. Il apparaît dans cette étude que la schématisation ne devrait plus être une technique d'étayage de l'enseignant supposée permettre à l'élève de résoudre un problème. Il nous semble, à l'inverse, que l'exercice devrait consister pour l'élève à proposer une schématisation correcte de la situation, cette schématisation devenant un objectif en soi pour démontrer une compréhension effective de la situation. Si la schématisation n'était pas jusque-là un objet d'enseignement, il nous paraît désormais évident qu'elle ne saurait être utilisée sans un apprentissage préalable qui la rendrait efficace pour les élèves.

L'analyse des nouveaux fichiers de mathématiques, dont la parution fait suite à la publication des nouveaux programmes en mathématiques adoptés en 2015, montre néanmoins des améliorations notables dans ce domaine. Ainsi, nous remarquons dans ces manuels l'apparition de fiches travaillant uniquement l'extraction de données. Les élèves apprennent à sélectionner les données pertinentes et à éliminer les informations inutiles pour traiter un problème donné. De plus, nous constatons une nette diminution des opérations à trous proposées comme aide dans les activités de résolution de problèmes. Les élèves sont donc incités à trouver eux-mêmes les données à extraire, la procédure à utiliser et le calcul à effectuer. Toutefois les fichiers soumis à notre étude montrent que les procédures numériques

sont presque systématiquement imposées aux élèves, ce qui ne favorise pas la recherche d'une représentation schématique de la situation par les élèves.

Cette étude rencontre par ailleurs certaines limites qu'il convient de mentionner afin d'orienter les recherches futures sur ce sujet dont nous sommes loin d'avoir exploité toutes les potentialités. D'une part, cette étude ayant été conduite dans des conditions réelles de classe, elle possède une forte validité écologique, mais la contrepartie, est qu'il existe certainement de nombreuses variables confondues qui ont pu influencer sur nos résultats et qu'il nous était impossible de contrôler. Ensuite, nous avons choisi de soumettre chaque participant qu'à une seule modalité de la variable « type d'aide ». Or, il pourrait être intéressant de reproduire cette étude en soumettant, cette fois, chaque type d'aide à chacun des élèves afin de compenser les avantages et les inconvénients des deux méthodes et ainsi, assurer une meilleure validité à nos résultats. Nous pouvons également faire remarquer l'absence d'enregistrement vidéo des séances qui nous aurait peut-être permis de mieux identifier certaines procédures, ne laissant pas de traces écrites, mais utilisées par certains élèves. De plus, il faut rappeler que tous les types de problèmes n'ont pas été étudiés et qu'il serait sans doute intéressant de tester l'efficacité des différents types d'aides avec d'autres catégories de problèmes. Enfin, les aides proposées aux élèves ont elles-mêmes été limitées à deux catégories (opérations à trous / schématisation) qui sont les principales utilisées mais, l'étude aurait pu se montrer plus exhaustive et prendre en compte des pratiques d'étayage supplémentaires. Dans tous les cas, une reproduction de cette étude, dans des conditions plus contrôlées pourrait s'avérer intéressante afin de la compléter et d'asseoir la validité des effets observés.

Pour conclure, nous ouvrirons notre réflexion sur la portée et les répercussions de cette expérience au cycle 3. Il apparaît en effet que lorsque les élèves de cycle 2 sont amenés à travailler sur la résolution de problèmes, ils ne semblent pas faire appel spontanément à des procédures efficaces en cas de difficulté dans la représentation des situations. Or, ils n'ont parfois aucune compréhension de la situation problème qui leur est proposée. Les fichiers utilisés au cycle 2 ne semblent d'ailleurs pas permettre d'exercer cette compétence de manière efficace. Il serait donc intéressant, afin de bien préparer les élèves à la résolution de problèmes plus complexes en cycle 3, de travailler davantage la compréhension et la représentation des situations en cycle 2 afin de favoriser l'acquisition de « réflexes » de résolution des difficultés, passant notamment par la schématisation.

Bibliographie

Adam, M. (2000). *Les schémas, un langage transdisciplinaire – Les comprendre et les réussir*. Eds L'Harmattan, Paris.

Charnay, R. (2014). *Mathématiques Tome 2*. Hatier Concours. Paris : Hatier.

Descaves, A. (1992). *Comprendre des énoncés, résoudre des problèmes*. Hachette Education. Paris : Hachette.

Gamo, S. (2001). *Résolution de problèmes – Cycle 3*. Bordas pédagogie. Paris : Bordas / VUEF.

Julo, J. (2002). Des apprentissages spécifiques pour la résolution de problèmes. *Grand N* n°69. Irem de Grenoble.

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

Ministère de l'Éducation Nationale. (2015). Programmes d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4). *BO spécial n°11 du 26 novembre 2015*. Paris : CNDP.

Monnier, N. Les schémas dans les activités de résolution de problèmes. *Grand N* n°71.

Vergnaud, G. et al. (1997). *Le moniteur de mathématiques. Résolution de problèmes. Fichier pédagogique*. Paris : Nathan.

Manuel et guide pédagogique

Pour comprendre les maths. (2016). Éditions Hatier.

Guide pédagogique Pour comprendre les mathématiques. (2014). Editions Hatier

Annexes

Annexe 1 : Fiche de préparation pour la séance de résolution de problèmes

Domaine d'enseignement MATHS → Gestion de données		Période 4	CE1	
<u>Séquence/Séance</u> : Situations additives ou soustractives			Durée : 45 min	
Objectif	Compétences en lien avec le socle	Compétence/Connaissance spécifique		
Résoudre des problèmes additifs et soustractifs de composition et de transformation d'états	<ul style="list-style-type: none"> - Chercher : S'engager dans une démarche de résolution de problèmes → <i>Domaines du socle</i> : 2 et 4 - Modéliser : Utiliser des outils mathématiques pour résoudre des problèmes concrets <i>et</i> réaliser que certains problèmes relèvent de situations additives ou soustractives → <i>Domaines du socle</i> : 1, 2 et 4 - Calculer → <i>Domaine du socle</i> : 4 	<ul style="list-style-type: none"> -Résoudre des problèmes en utilisant des nombres entiers et le calcul -Organiser et gérer des données numériques pour répondre à des questions - Comprendre le lien entre addition et soustraction 		
Matériel : Fiche de problèmes (cf. MIR) + Ardoise + Stylos + Crayon à papier + Cahier de brouillon				
Déroulement			Dispositif	Durée
Étape 1	Rituel de calcul mental		Collectif /Oral	10'
	<p>Déroulé : Différence de nombres proches. <i>Combien faut-il pour aller de 19 à 21 ? → De 38 à 42 ; de 55 à 37 ; de 37 à 41 ; de 38 à 42 ; de 33 à 37</i></p> <p>+ Correction collective</p>			
Étape 2	Tissage avec la séance précédente		Binôme/Écrit <i>puis</i> Collectif/Oral	5'
	<p>Rappel de séance : <i>Qu'avons-nous vu à la séance précédente ? → Nous avons travaillé sur des problèmes et vu que l'on pouvait les résoudre de différentes manières à l'aide d'une addition à trous ou d'une soustraction.</i></p> <p>Annonce de l'objectif : <i>Aujourd'hui, nous allons poursuivre ce travail avec une nouvelle série de problèmes.</i></p>			
Étape 3	Entraînement individuel		Individuel/ Écrit <i>puis</i> Collectif/Oral	30'
	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture des consignes des exercices, reformulation et vérification de la compréhension - Réalisation des exercices en individuel sous étayage du PE qui passe dans les rangs <p><u>Remarque</u> : Une attention particulière sera portée quant à la vraisemblance des résultats obtenus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Correction collective 			
Difficultés attendues		<ol style="list-style-type: none"> 1. Les élèves ont des difficultés à résoudre les problèmes → Etayage individuel plus poussé + Tutorat par les pairs 2. Certains élèves terminent plus vite -> Autonomie 		
Observations :				

Annexe 2 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe sans aucune aide

Prénom : Date :

Problèmes : Situations soustractives

1 Justine a composé un bouquet de 20 fleurs avec des marguerites et des bleuets. Ce bouquet contient 13 marguerites.

Combien de bleuets le bouquet contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Le bouquet contient bleuets.

2 Pour son anniversaire, la maman de Pierre lui a préparé un verre de 75 cl de cocktail. Ce cocktail contient 58 cl de jus d'orange et du sirop de grenadine.

Quelle quantité de sirop de grenadine le cocktail contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Le cocktail contient cl de sirop de grenadine.

3 L'ancêtre du crocodile mesurait 14 m. Il mesurait 9 m de plus que le crocodile actuel.

Combien mesure le crocodile actuel ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Le crocodile actuel mesure mètres.

4 En 1980, un téléphone portable mesurait 35 cm. Il mesurait 21 cm de plus qu'un téléphone portable d'aujourd'hui.

Combien mesure un portable d'aujourd'hui ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Un téléphone portable d'aujourd'hui mesure cm.

5 Un jeune cachalot mesure 4 m.

A l'âge adulte, il mesurera 19 m.

De combien de mètres le jeune cachalot va-t-il encore grandir ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Le jeune cachalot va encore grandir de ____ mètres.

6 Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route.

Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Augustin et Salomé doivent encore parcourir km.

Annexe 3 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe avec aide schématique

Prénom :

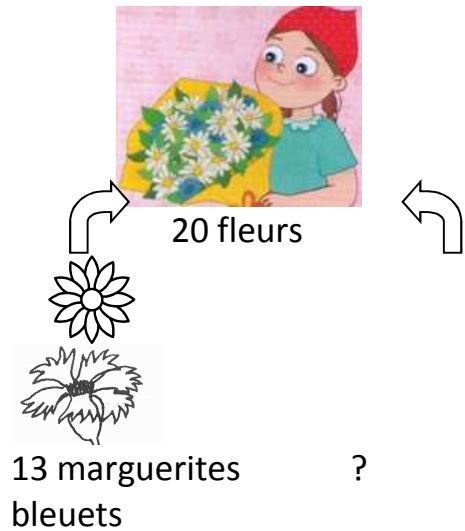
Date :

Problèmes : Situations soustractives

1 Justine a composé un bouquet de 20 fleurs avec des marguerites et des bleuets. Ce bouquet contient 13 marguerites.

Combien de bleuets le bouquet contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse

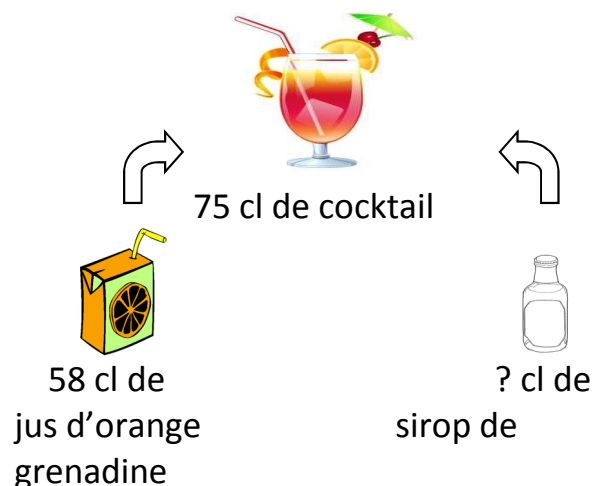


Ce bouquet contient bleuets.

2 Pour son anniversaire, la maman de Pierre lui a préparé un verre de 75 cl de cocktail. Ce cocktail contient 58 cl de jus d'orange et du sirop de grenadine.

Quelle quantité de sirop de grenadine le cocktail contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse

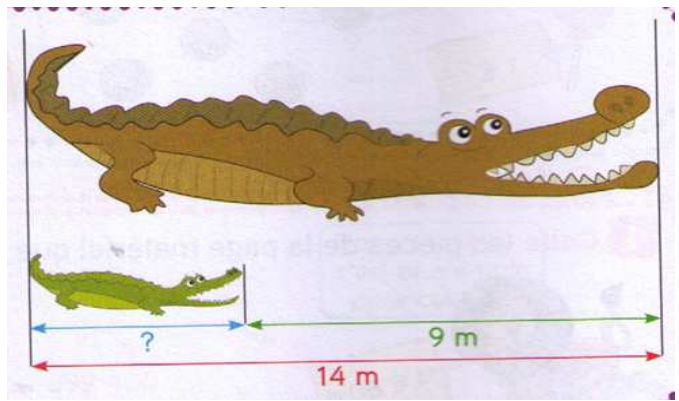


Ce cocktail contient cl de sirop de grenadine.

3 L'ancêtre du crocodile mesurait 14 m. Il mesurait 9 m de plus que le crocodile actuel.

Combien mesure le crocodile actuel ?

Calcule et complète la phrase réponse

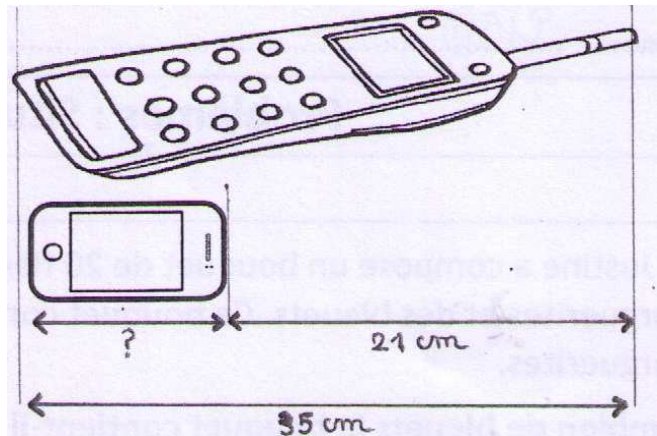


Le crocodile actuel mesure mètres

4 En 1980, un téléphone portable mesurait 35 cm. Il mesurait 21 cm de plus qu'un téléphone portable d'aujourd'hui.

Combien mesure un portable d'aujourd'hui ?

Calcule et complète la phrase réponse

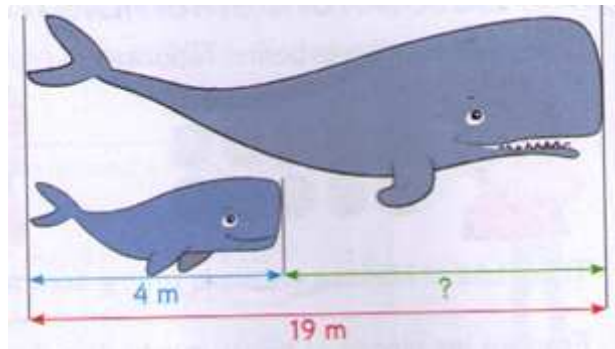


Un téléphone portable d'aujourd'hui mesure cm.

5 Un jeune cachalot mesure 4 m.
A l'âge adulte, il mesurera 19 m.

De combien de mètres le jeune cachalot va-t-il encore grandir ?

Calcule et complète la phrase réponse



Le jeune cachalot va encore grandir de m.

6 Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route.

Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?

Calcule et complète la phrase réponse



Augustin et Salomé doivent encore parcourir km.

Annexe 4 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe avec aide numérique

Prénom : Date :

Problèmes : Situations soustractives

1 Justine a composé un bouquet de 20 fleurs avec des marguerites et des bleuets. Ce bouquet contient 13 marguerites.

Combien de bleuets le bouquet contient-il ?

Complète l'opération et calcule.

$$13 + \dots = 20$$

$$20 - 13 = \dots$$

Le bouquet contient bleuets.

2 Pour son anniversaire, la maman de Pierre lui a préparé un verre de 75 cl de cocktail. Ce cocktail contient 58 cl de jus d'orange et du sirop de grenadine.

Quelle quantité de sirop de grenadine le cocktail contient-il ?

Complète l'opération et calcule.

$$58 + \dots = 75$$

$$75 - 58 = \dots$$

Le cocktail contient cl de sirop de grenadine.

3 L'ancêtre du crocodile mesurait 14 m. Il mesurait 9 m de plus que le crocodile actuel.

Combien mesure le crocodile actuel ?

Complète l'opération et calcule.

$$9 + \dots = 14$$

$$14 - 9 = \dots$$

Le crocodile actuel mesure mètres.

4 En 1980, un téléphone portable mesurait 35 cm. Il mesurait 21 cm de plus qu'un téléphone portable d'aujourd'hui.

Combien mesure un portable d'aujourd'hui ?

Complète l'opération et calcule.

$$21 + \dots = 35$$

$$35 - 21 = \dots$$

Un téléphone portable d'aujourd'hui mesure cm.

5 Un jeune cachalot mesure 4 m.

A l'âge adulte, il mesurera 19 m.

De combien de mètres le jeune cachalot va-t-il encore grandir ?

Complète l'opération et calcule.

$$4 + \dots = 19$$

$$19 - 4 = \dots$$

Le jeune cachalot va encore grandir de ____ mètres.

6 Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route.

Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?

Complète l'opération et calcule.

$$45 + \dots = 84$$

$$84 - 45 = \dots$$

Augustin et Salomé doivent encore parcourir km.

Annexe 5 : Fiche de problèmes proposée aux élèves du groupe avec deux aides

Prénom :

Date :

Problèmes : Situations soustractives

1 Justine a composé un bouquet de 20 fleurs avec des marguerites et des bleuets. Ce bouquet contient 13 marguerites.

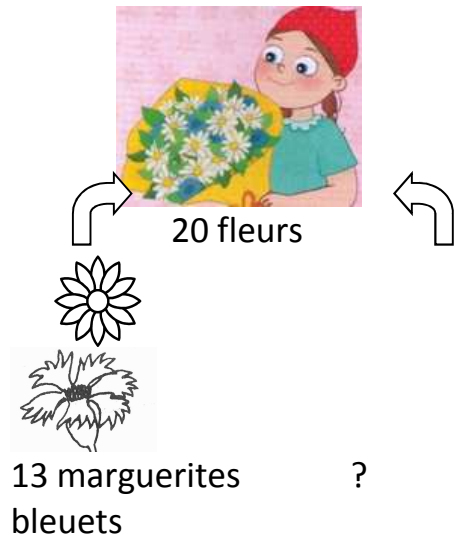
Combien de bleuets le bouquet contient-il ?

Complète l'opération et calcule.

$$13 + \dots = 20$$

$$20 - 13 = \dots$$

Ce bouquet contient bleuets.



2 Pour son anniversaire, la maman de Pierre lui a préparé un verre de 75 cl de cocktail. Ce cocktail contient 58 cl de jus d'orange et du sirop de grenadine.

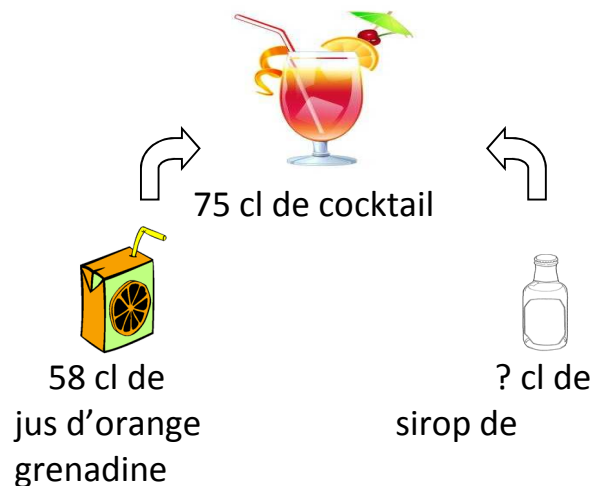
Quelle quantité de sirop de grenadine le cocktail contient-il ?

Complète l'opération et calcule.

$$58 + \dots = 75$$

$$75 - 58 = \dots$$

Ce cocktail contient cl de sirop de grenadine.



3 L'ancêtre du crocodile mesurait 14 m. Il mesurait 9 m de plus que le crocodile actuel.

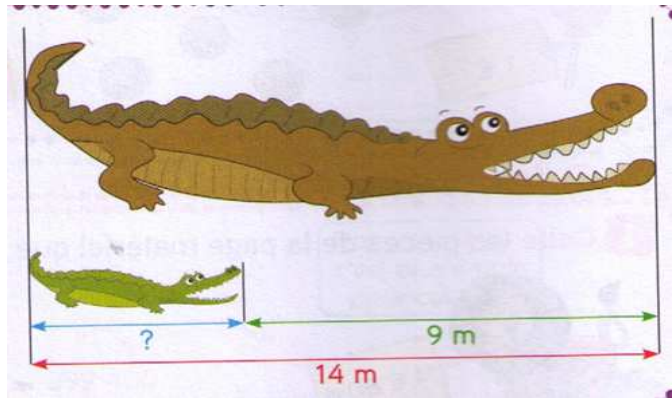
Combien mesure le crocodile actuel ?

Complète l'opération et calcule.

$$9 + \dots = 14$$

$$14 - 9 = \dots$$

Le crocodile actuel mesure mètres



4 En 1980, un téléphone portable mesurait 35 cm. Il mesurait 21 cm de plus qu'un téléphone portable d'aujourd'hui.

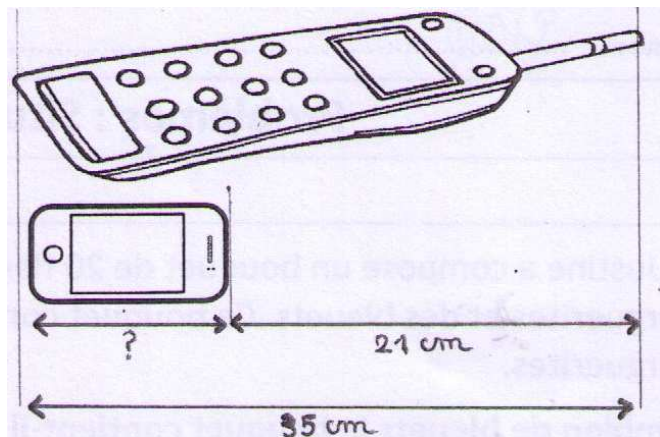
Combien mesure un portable d'aujourd'hui ?

Complète l'opération et calcule.

$$21 + \dots = 35$$

$$35 - 21 = \dots$$

Un téléphone portable d'aujourd'hui mesure cm.



5 Un jeune cachalot mesure 4 m. A l'âge adulte, il mesurera 19 m.

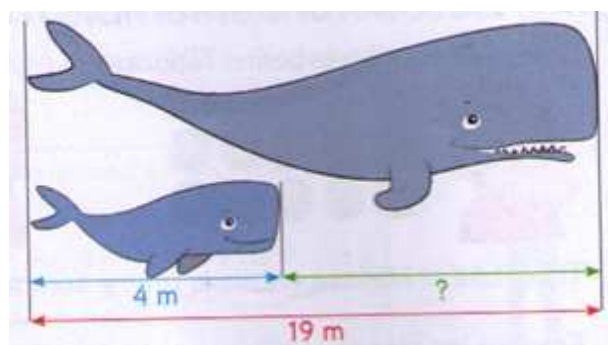
De combien de mètres le jeune cachalot va-t-il encore grandir ?

Complète l'opération et calcule.

$$4 + \dots = 19$$

$$19 - 4 = \dots$$

Le jeune cachalot va encore grandir de m.



6 Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route.

Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?

Complète l'opération et calcule.

$$45 + \dots = 84$$

$$84 - 45 = \dots$$



Augustin et Salomé doivent encore parcourir km.

Annexe 6 : Productions des élèves ayant utilisé une figuration de la réalité

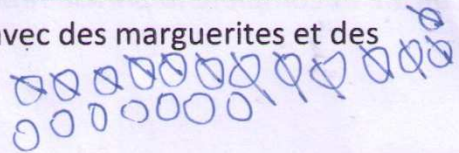
Élève 1

Problèmes : Situations soustractives

1 Justine a composé un bouquet de 20 fleurs avec des marguerites et des bleuets. Ce bouquet contient 13 marguerites.

Combien de bleuets le bouquet contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse.

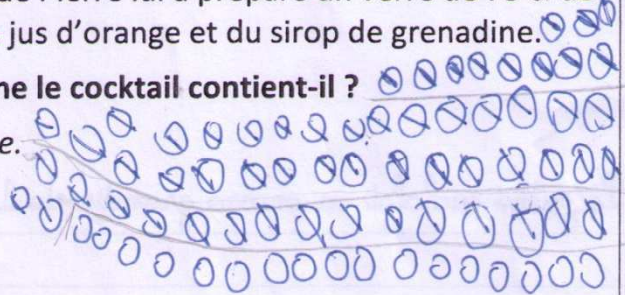


Le bouquet contient 7..... bleuets. ✓

2 Pour son anniversaire, la maman de Pierre lui a préparé un verre de 75 cl de cocktail. Ce cocktail contient 58 cl de jus d'orange et du sirop de grenadine.

Quelle quantité de sirop de grenadine le cocktail contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse.

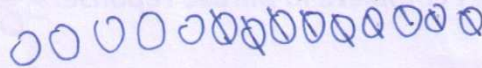


Le cocktail contient 17..... cl de sirop de grenadine. ✓

3 L'ancêtre du crocodile mesurait 14 m. Il mesurait 9 m de plus que le crocodile actuel.

Combien mesure le crocodile actuel ?

Calcule et complète la phrase réponse.



Le crocodile actuel mesure 5..... mètres. ✓

4 En 1980, un téléphone portable mesurait 35 cm. Il mesurait 21 cm de plus qu'un téléphone portable d'aujourd'hui.

Combien mesure un portable d'aujourd'hui ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Un téléphone portable d'aujourd'hui mesure 14 cm. ✓

5 Un jeune cachalot mesure 4 m.

A l'âge adulte, il mesurera 19 m.

De combien de mètres le jeune cachalot va-t-il encore grandir ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Le jeune cachalot va encore grandir de 15 mètres. ✓

6 Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route.

Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?

Calcule et complète la phrase réponse.

Augustin et Salomé doivent encore parcourir 39 km. ✓

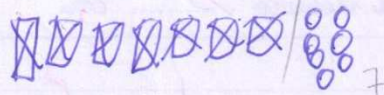
Élève 2

Problèmes : Situations soustractives

1 Justine a composé un bouquet de 20 fleurs avec des marguerites et des bleuets. Ce bouquet contient 13 marguerites.

Combien de bleuets le bouquet contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse.

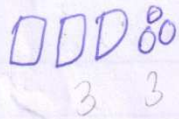


Le bouquet contient 7 bleuets. ✓

2 Pour son anniversaire, la maman de Pierre lui a préparé un verre de 75 cl de cocktail. Ce cocktail contient 58 cl de jus d'orange et du sirop de grenadine.

Quelle quantité de sirop de grenadine le cocktail contient-il ?

Calcule et complète la phrase réponse.

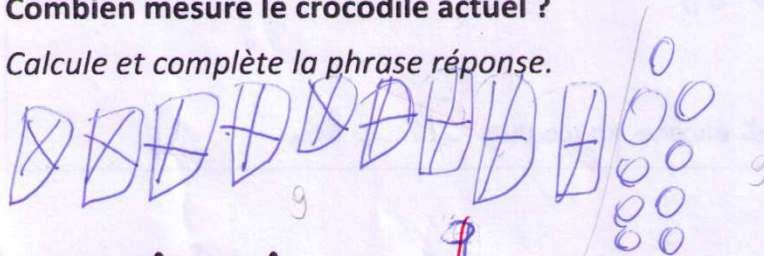


Le cocktail contient 3 cl de sirop de grenadine.

3 L'ancêtre du crocodile mesurait 14 m. Il mesurait 9 m de plus que le crocodile actuel.

Combien mesure le crocodile actuel ?

Calcule et complète la phrase réponse.



Le crocodile actuel mesure 5 mètres.

4 En 1980, un téléphone portable mesurait 35 cm. Il mesurait 21 cm de plus qu'un téléphone portable d'aujourd'hui.

Combien mesure un portable d'aujourd'hui ?

Calcule et complète la phrase réponse.



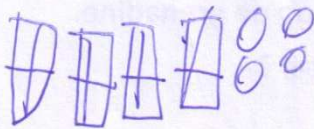
Un téléphone portable d'aujourd'hui mesure ~~35~~ cm.

5 Un jeune cachalot mesure 4 m.

A l'âge adulte, il mesurera 19 m.

De combien de mètres le jeune cachalot va-t-il encore grandir ?

Calcule et complète la phrase réponse.



Le jeune cachalot va encore grandir de ~~4~~ mètres.

6 Augustin et sa grande sœur Salomé partent camper à 84 km de chez eux. Ils s'arrêtent chez leurs grands-parents, après 45 km de route.

Combien de kilomètres leur reste-t-il encore à parcourir ?

Calcule et complète la phrase réponse.



Augustin et Salomé doivent encore parcourir ~~84~~ km.