



HAL
open science

Aider les élèves à automatiser les stratégies de calcul mental

Jennifer Hainigue

► **To cite this version:**

Jennifer Hainigue. Aider les élèves à automatiser les stratégies de calcul mental. Education. 2017. dumas-01680332

HAL Id: dumas-01680332

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01680332>

Submitted on 10 Jan 2018

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.

**UNIVERSITÉ DE ROUEN
ESPE – ACADÉMIE DE ROUEN**

**Master « Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la
formation »**

Mention 1

Année 2016-2017

Hainigue Jennifer

Aider les élèves à automatiser les stratégies de calcul mental

Sous la direction de : **Monsieur Richard Wittorski**

Remerciements :

Je tiens à remercier, tout d'abord, Madame Patricia Tavignot pour la méthodologie qu'elle a pu m'apporter sur le mémoire.

Je remercie également Monsieur Richard Wittorsky pour le temps passé concernant la lecture, la correction et l'aide donnée durant les différentes séances.

Enfin, je remercie mon directeur et mes élèves qui m'ont permis de réaliser et de tester l'objet d'étude de mon mémoire.

Introduction	3
1. Réflexion et hypothèses sur le calcul mental automatisé	4
2. Cadre institutionnel.....	5
2.1 Le socle commun des connaissances, de compétences et de culture	5
2.2 Le programme du cycle 2.....	5
2.3 Le document d'accompagnement de 2002.....	6
3. Cadre théorique.....	7
3.1 Le calcul mental : définitions, but et méthodologie.....	7
3.1.1 Définitions	7
3.1.2 Le but du calcul mental	8
3.1.3 Les méthodes d'apprentissage	9
3.2 L'automatisation.....	10
3.3 La mémoire à court terme et à long terme	12
3.3.1 L'encodage	13
3.3.2. Le stockage	14
3.3.3 Le rappel	15
3.4 L'image mentale.....	15
4. Cadre méthodologique.....	17
4.1 Présentation de l'école	17
4.2 Observation d'écrits	17
4.2.1 L'échantillon « élèves ».....	17
4.2.2 Déroulement de la séquence	17
4.2.3 Le sujet de la séquence	20
4.2.4 Le déroulement des séances	20
4.2.5 Les activités proposées pour ces séances	21
4.2.6 Les indicateurs.....	23
4.3 Observation du comportement	23
4.3.1 Comportement et analyse écrite de l'élève.....	23
4.3.2 Comportements de l'élève sur la réalisation de l'évaluation.....	26
5. Présentation et analyse des données recueillis en classe	26
5.1 L'évaluation diagnostique	26
5.1.1 Le choix des nombres	26
5.1.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves	27

5.2 Les séances d'entraînement.....	32
5.2.1 Le choix des nombres	32
5.2.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves	34
5.3 L'évaluation formative.....	38
5.3.1 Le choix des nombres	38
5.3.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves	38
5.4 L'évaluation sommative.....	46
5.4.1 Le choix des problèmes	46
5.4.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves	46
6. Discussion réflexive sur les résultats	49
Conclusion.....	51
Bibliographie	52
Annexes	53

Introduction

Dans une société qui se numérise de plus en plus, nous pourrions nous poser la question de la place du calcul mental. En effet, pourquoi lui accorder autant d'importance alors que les téléphones, les tablettes ou les calculatrices nous aident au quotidien ?

Le calcul mental est en fait, très présent dans la vie courante où en l'absence de tout support, nous sommes amenés à estimer, à calculer ou à encadrer immédiatement un fait numérique. Ce n'est pas seulement une pratique sociale mais c'est également une pratique pédagogique que le système scolaire a redonné toutes ses lettres de noblesses, depuis ces dix dernières années. Les différents programmes ont insisté sur cette notion d'entraînement quotidien mais également sur des situations que la vie de classe peut offrir afin que les élèves puissent construire le nombre plus aisément et qu'il leur donne du sens.

Comment se fait-il que les dernières enquêtes montre le contraire ? En effet, l'enquête récente PISA (Programme for International Student Assessment), parue en 2016 révèle que le niveau en mathématiques des élèves français est resté stable (493 points en langage PISA soit 10/20) par rapport à l'enquête parue en 2012 mais reste inférieur à celui de 2003 (511 points). Les élèves ont, en effet, des lacunes au niveau des résolutions de problèmes. Or, ce n'est que lorsqu'on maîtrise le répertoire numérique et le sens des opérations, que les problèmes deviennent plus compréhensibles.

Il est donc important de donner aux élèves des outils, pour faciliter leurs calculs mais aussi de leur donner du sens afin qu'ils comprennent que le calcul mental est important dans la vie courante. Même si, par la suite, ils utiliseront la calculatrice, ils doivent être capables de calculer sans support ou du moins donner une approximation. De plus, le calcul mental développe la mémoire auditive, l'attention, l'imagination, et l'esprit d'initiative.

Lors de cette recherche, je me suis d'abord appuyée sur les textes institutionnels pour recentrer l'objet de recherche. Puis dans un second temps, je me suis intéressée aux différentes composantes mettant en jeu le calcul mental automatisé en lien avec les recherches scientifiques. Enfin, j'ai pu observer dans ma propre classe, les différentes procédures mises en place par mes élèves que j'ai analysées.

1. Réflexion et hypothèses sur le calcul mental automatisé

Pour ce mémoire de recherche, j'ai essayé de comprendre quelles étaient les conditions optimales pour automatiser les procédures de calcul et la mise en place de stratégies mettant en œuvre les propriétés des opérations comme les techniques de décompositions des nombres associées à l'associativité ou la commutativité de l'addition.

Comme le préconise le programme officiel de cycle 2, le calcul mental doit être enseigné au quotidien, c'est-à-dire 5 à 10 min, de préférence le matin, lorsque les élèves sont les plus attentifs ; il peut également être réinvesti dans toutes les disciplines. Mais ce que le programme ne précise pas, c'est la manière et les supports qu'il faut utiliser. Il laisse aux professeurs des écoles la liberté pédagogique d'enseigner cette matière.

Cependant pour les jeunes professeurs des écoles, enseigner le calcul mental peut paraître assez compliqué, par manque de formation sur ce domaine, surtout lorsqu'on éprouve des difficultés mais également par la liberté pédagogique qui ne les guide pas. Certains manuels scolaires proposent l'ardoise comme unique support pour le calcul mental automatisé tandis que d'autres suggèrent des jeux. Les inconvénients de l'ardoise peuvent être l'envie de copier sur son voisin, l'impossibilité de trouver la réponse dans le temps imparti ou encore le découragement. Enfin une dernière catégorie qui ne serait pas motivée par cette méthode, tout simplement. Je m'interroge sur l'importance de ces supports et la manière de les utiliser.

<p>De quelle manière pourrait-on aider les élèves à mobiliser les stratégies de calcul mental additif et soustractif ?</p>

En lien avec cette question de recherche, j'ai formulé une première hypothèse : la variété des supports d'apprentissage permettrait une meilleure connaissance des nombres, des propriétés de l'addition et de la soustraction pour mémoriser les différentes stratégies de calcul. Je pense qu'il est important d'utiliser différents supports pédagogiques dans la semaine pour favoriser l'apprentissage du calcul mental car chaque élève est plus ou moins réceptif à un support donné. Cette variété permettrait ainsi de toucher un maximum d'élèves.

Ma seconde hypothèse, concernant les élèves qui posent l'addition mentalement serait de penser qu'ils utilisent le nombre en tant qu'image. En effet, ces élèves auraient développé leur mémoire visuelle au détriment de leur mémoire auditive. Ainsi chaque calcul ne pourrait se

faire sans qu'ils ne se l'imaginent au préalable. Pour cela, il faudrait varier entre supports visuels et auditifs en privilégiant ce dernier pour favoriser la mémoire auditive.

Pour affiner ma réflexion sur le calcul mental, je me suis appuyée sur les documents officiels de l'éducation nationale, qui depuis quelques années, ont donné une place plus importante sur ce sujet et des définitions précises.

2. Cadre institutionnel

2.1 Le socle commun des connaissances, de compétences et de culture

Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture est composé de compétences sur divers domaines d'enseignement qu'un élève doit maîtriser tout au long de la scolarité, de l'école primaire jusqu'au collège.

Nous pouvons retrouver le calcul mental dans quelques domaines du socle :

Domaine 1 : Les langages pour penser et communiquer

« Les mathématiques participent à l'acquisition des langages scientifiques : compréhension du système de numération, pratique du calcul, connaissances des grandeurs. »

→ Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques.

Domaine 2 : Les méthodes et outils pour apprendre

« En mathématiques, 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 »

→ Organisation du travail personnel.

2.2 Le programme du cycle 2

Les programmes de 2002 donnaient déjà une grande importance au calcul mental notamment avec le document d'accompagnement. Avec ces nouveaux programmes, il garde encore une place centrale pour acquérir un répertoire numérique et mieux comprendre le sens des

opérations. Ils encouragent les élèves à émettre et à confronter leurs représentations entre pairs.

Les compétences travaillées pour le calcul mental sont :

- « Chercher »
 - Tester, essayer plusieurs pistes proposées par soi-même, les autres élèves ou le professeur ».
- « Représenter »
 - Utiliser des nombres pour représenter des quantités ou des grandeurs ».
- « Raisonner »
 - Anticiper le résultat d'une manipulation, d'un calcul, ou d'une mesure.
 - Prendre progressivement conscience de la nécessité et de l'intérêt de justifier ce que l'on affirme. »
- « Calculer »
 - Calculer avec des nombres entiers, mentalement ou à la main, de manière exacte ou approchée, en utilisant des stratégies adaptées aux nombres en jeu.
 - Contrôler la vraisemblance de ses résultats. »
- « Communiquer »
 - Utiliser l'oral et l'écrit, le langage naturel puis quelques représentations et quelques symboles pour expliciter des démarches, argumenter des raisonnements. »

2.3 Le document d'accompagnement de 2002

Ce document explique en divers points le rôle, la place du calcul mental et les compétences à acquérir du CP jusqu'au CM2.

Tout d'abord, il donne une définition détaillée du calcul mental qui signifierait « qu'entre l'énoncé du problème et l'énoncé du résultat, on renonce à utiliser toute opération posée ». Il précise que le calcul mental est composé de « ce qu'il faut mémoriser ou automatiser »¹ (calcul automatisé) et de « ce qu'il faut être capable de reconstruire »² (calcul réfléchi). Pour autant, il ne faut pas abandonner le support écrit que ce soit pour la consigne ou pour le

¹ Document d'accompagnement. Le calcul Mental.2002. Education National page 1

² Document d'accompagnement. Le calcul Mental.2002. Education National page 1

résultat. De plus, il insiste sur le fait qu'il faut privilégier la méthode, c'est-à-dire le choix d'une stratégie ou l'élaboration d'une procédure plutôt que la rapidité du calcul. Il définit 3 objectifs pour le calcul mental :

- Produire des résultats immédiats en les récupérant en mémoire ou en reconstruisant de l'instant (=procédure automatique)
- Acquérir différentes stratégies lors de calcul réfléchi
- Mettre en application ces calculs dans des problèmes en lien avec la vie quotidienne.

Puis le document donne des indications pour une bonne mémorisation notamment la connaissance du nombre, la motivation liée aux supports, la compréhension de l'énoncé et l'entraînement au quotidien.

Enfin, dans la dernière partie, il donne divers stratégies pour le calcul réfléchi et suggère les manières et les moments de pratiquer le calcul mental automatisé et réfléchi. Pour cela, ce document s'appuie sur quelques recherches et quelques manuels. En effet, le calcul mental est très peu étudié par les chercheurs car il n'est pas simple de comprendre ce qu'il peut se passer dans la tête d'un élève d'autant plus que ses explications peuvent être assez floues. Ces recherches m'ont tout de même permis d'affiner les diverses notions sur ce sujet et de m'intéresser à la mémoire et plus précisément à l'image mentale.

3. Cadre théorique

3.1 Le calcul mental : définitions, but et méthodologie

3.1.1 Définitions

Le calcul mental automatisé : C'est un calcul sûr et rapide avec des procédures simples. La pratique de ce calcul a un objectif spécifique : mémoriser le répertoire additif élémentaire. Elle met en jeu l'apprentissage des doubles, du complément à 10 et à 100, les presque doubles...mais aussi tout un entraînement à la décomposition et à la recombinaison.

Il est du type : $59+34=93$ (« c'est presque 60 » moins un).

Le calcul mental réfléchi : C'est permettre à l'élève de choisir parmi différentes combinaisons de calculs. L'élève va utiliser les propriétés d'associativité et de commutativité de l'addition. Selon Rémi Brissiaud, « le calcul pensé n'est possible que dans la mesure où l'appropriation

de certaines relations numériques a été amorcée³ ». Il est donc important de s'entraîner pour acquérir l'apprentissage de base.

Il est du type : $59 + 34 = 59 + 30 + 4 = 89 + 1 + 3 = 93$.

Une stratégie : Selon Remi Brissiaud, c'est « *une procédure quand elle est choisie par un ensemble de possibles*⁴ .»

3.1.2 Le but du calcul mental

En 1910, l'inspecteur primaire Cabois précisait : «*Le calcul mental a une importance double. Comme gymnastique intellectuelle, il stimule l'attention, cultive la mémoire en même temps que le jugement et le raisonnement ; c'est le type, par excellence, de la méthode active. Comme utilité pratique, il répond aux nécessités de la vie journalière ; il est une excellente préparation au calcul écrit ; il contribue au bon renom de l'école.*⁵ »

Claire Lethielleux (2000) définit le calcul mental comme un effort d'attention, de mémoire de réflexion sur les nombres et sur les opérations. Contrairement au calcul écrit qui ne comporte pour la plupart du temps qu'une technique, le calcul mental, lui, utilise différents procédés de mémorisation et différentes possibilités de procédures de calculs (complément à la dizaine, utilisation du double....).

Selon elle, le but du calcul mental est de développer :

- l'attention, la concentration et la mémoire
- la connaissance raisonnée des nombres et des opérations
- la mémorisation des répertoires de base
- l'acquisition du sens des opérations

François Boule (2012) estime que le calcul mental permet d'enraciner l'ordre de grandeur, le sens des opérations et leurs propriétés algébriques. Selon lui, le calcul mental réfléchi est plus profitable à l'élève car il va utiliser une méthode de réflexion contrairement au calcul mental

³ Brissiaud, R. (1989) *Comment les enfants apprennent à calculer*. Retz page 161

⁴ Brissiaud, R. (1989) *Comment les enfants apprennent à calculer*. Retz page 27

⁵ Bolsius, C. (2011) *Fort en calcul*. Metz : CNDP de Lorraine –page 10

automatisé qui est plus synonyme de rapidité donc de mémorisation de table. Il considère le calcul mental sous deux aspects :

- Pratique :
 - Le calcul comme outil du quotidien pour trouver un nombre juste
 - Le calcul comme une valeur approchée
- Théorique

« Le calcul mental vise à établir et à renforcer des représentations numériques et la structuration de l'ensemble des nombres ⁶ ».

Il facilite une meilleure compréhension des opérations et des propriétés donc une facilité pour le passage à l'écrit.

3.1.3 Les méthodes d'apprentissage

Claire Lethielleux (2000) préconise des séances de 10-15 minutes de façon quotidienne, en alternant une séquence apprentissage, une séquence d'entraînement et une évaluation. Les consignes peuvent être oralisées ou écrites. Le rôle du professeur des écoles est d'animer les séquences, de donner du rythme et de motiver les élèves. Elle conseille de passer au calcul écrit une fois que l'élève a acquis la procédure mentale.

Elle propose différents jeux collectifs comme découvrir un nombre parmi plusieurs autres nombres, le jeu du nombre pensé ou encore le jeu du portrait. Mais selon elle, *« L'utilisation de jeux paraît moins performante que le travail en classe entière pour la pratique du calcul mental ⁷ »*

François Boule (2012), lui, considère que le calcul mental est efficace s'il est étudié dans des situations concrètes, réelles ou simulées mais il peut également être vu en dehors du cours de mathématiques.

La forme du calcul mental automatisée est principalement orale mais elle peut également se faire par le biais d'exercices ou de fiches. Ce qui importe le plus, c'est l'entraînement

⁶ Boule, F. (2012) *Le calcul mental au quotidien*, CRDP de Bourgogne page 9

⁷ Lethielleux, C. (2000) *Le calcul mental au cycle des apprentissages fondamentaux*, Armand Colin-page 26

quotidien (« *il est important d'entraîner la mémorisation de résultats simples* ⁸») afin que les résultats soient rapidement mobilisables et exploitables à tout moment.

Selon lui, il faut multiplier les séquences d'apprentissage sous différentes formes (défis, confrontation, jeux, exercices, collectif/individuel, oral/écrit) et accorder un temps vraiment suffisant au calcul mental afin d'enrichir les connaissances des élèves par différentes procédures.

De plus, il ne faut pas priver l'élève des outils permettant la représentation des nombres (frise, doigts, domino...) tant qu'il n'a pas acquis de procédures expertes. Ce n'est qu'avec l'entraînement que ces outils vont disparaître et laisser place à reconstruction du nombre permettant d'élaborer des procédures complexes.

Tout comme François Boule, Denis Butlen (2007) préconise une pratique régulière pour développer la connaissance des propriétés des opérations, se familiariser avec les nombres et diversifier les procédures de calcul. L'entraînement intensif au calcul mental permet à l'élève de résoudre des problèmes de manière plus efficace.

Enfin, Christophe Bolsius (2011) s'appuie sur la circulaire du 12 avril 2007 où il est mentionné de pratiquer le calcul mental pendant un quart d'heure quotidiennement. Le calcul mental réfléchi doit donner lieu à une séance à part entière pour pouvoir confronter les différentes stratégies de calcul mental, liées aux propriétés des opérations. Quant aux outils, c'est au maître de choisir en fonction de l'objectif et de la volonté à laisser une trace écrite ou non. L'important, selon lui, c'est de pouvoir suivre les progrès de l'élève.

3.2 L'automatisation

Denis Butlen (2007), dans son livre, explique sa démarche de recherche sur l'automatisation des calculs auprès d'un groupe d'élèves de classe de CE2. Dans une première partie, il développe les représentations des nombres en mémoire en citant deux psychologues, Boule et Fayol. Il s'agit de la distance symbolique où l'enfant admet plus aisément que $2+8=10$ que $2+8=15$. Il ajoute que l'école enrichit les connaissances concernant la bande numérique en la complexifiant d'année en année.

⁸ Boule, F. (2012) *Le calcul mental au quotidien*, CRDP de Bourgogne-page 9

Dans une seconde partie, il explique la démarche d'automatisation par la définition de Fisher « *Seule une automatisation ou en tout cas un processus reproductif plutôt qu'un processus reconstructif du rappel des faits numériques conduira les élèves à estimer les ordres de grandeur et à remarquer certaines erreurs de calculs* ⁹ ».

Denis Butlen (2007) insiste sur la mise en place d'un travail régulier et systématique. En s'appuyant sur d'autres études, il affirme qu'un apprentissage tardif est nocif à la compréhension des nombres. Il explique de la même manière, qu'une institutionnalisation trop faible ne permet pas la mémorisation des procédures.

Dans une troisième partie, il énonce sa problématique sur l'automatisation. Il a essayé de comprendre comment les élèves réinvestissent les procédures et si ces dernières perdurent dans le temps. Pour cela, il a mis en place une démarche qui consistait dans un premier temps à recueillir sur fiche, les procédures mises en œuvre de façon individuelle puis dans un second temps, il a relevé à l'oral, à l'aide d'un secrétaire, les résultats des élèves au fur et à mesure.

Les résultats de sa démarche ont révélé 3 procédures utilisées par les élèves :

1. Les élèves utilisent le comptage ou le décomptage (frise numérique)
2. Les élèves appliquent mentalement l'algorithme écrit
3. Les élèves utilisent la décomposition canonique

Il a effectué ce travail quelques mois plus tard pour voir l'évolution des pratiques. Les élèves ont tendance à supprimer d'eux-mêmes la procédure 1 pour passer à une procédure plus experte.

Pour conclure sur sa démarche, il estime que la classe de CE2 est la classe de transition où les élèves vont commencer à mobiliser les procédures 2 et 3.

Il souligne dans son étude le poids fort de l'algorithme écrit qui peut s'expliquer par une concurrence importante entre le calcul mental et le calcul posé mais aussi par une méconnaissance de la décomposition canonique (ou du moins une connaissance vague qui n'est pas disponible à ce moment-là).

⁹ Butlen, D. (2007) *Le calcul mental entre sens et technique*. France, Presses universitaires de Franche-Comté – page 87

Il décrit par la suite les différentes étapes du processus d'automatisation. Il insiste sur l'explication des stratégies qui ne suffit pas pour les retenir. Il faut que l'élève s'exerce à la décomposition afin de l'encre dans la mémoire à long terme. Plus le professeur fera des exercices plus l'élève deviendra performant.

Certains facteurs vont permettre cet automatisme :

- Les élèves doivent être familiarisés aux décompositions des nombres grâce à des activités visant les automatismes.
- Les élèves en difficulté mettront plus de temps à acquérir les notions. Il faut donc prendre son temps.
- Certains élèves auront besoin de manipuler davantage pour acquérir la notion de décomposition des nombres.

Il est nécessaire d'institutionnaliser pour montrer les différentes procédures à partir du moment où l'élève a acquis suffisamment de connaissances sur les nombres.

3.3 La mémoire à court terme et à long terme

Notre cerveau est composé de 10 milliards de neurones qui constituent la pensée (le moi). Nous perdons un certain nombre de neurones mais cela n'influe pas sur les capacités mentales.

C'est l'hippocampe qui réceptionne les informations envoyées par nos 5 sens et qui concentre la mémoire. Chaque nouvelle information passe par le système limbique qui code ce message en sensation positive ou non. C'est pour cela que l'état émotionnel influe sur notre capacité à mémoriser. Nous avons besoin d'un cadre rassurant et une attitude bienveillante.

Toutes les informations ne sont pas stockées. Mais lorsqu'elles sont mises en mémoire, elles laissent une trace mnésique avec une nouvelle connexion de neurones (c'est le souvenir). Ainsi pour retrouver la mémoire, il faut la réactiver comme une clé dans une serrure.

3.3.1 L'encodage

Jean-Philippe Abgrall (2012) nous explique la notion d'encodage, dans son livre : c'est la capacité d'acquérir de nouvelles informations provenant de nos sens. Plus l'information sera précise, meilleure sera son enregistrement mais cela dépendra fortement des émotions.

Il n'y a pas de lieux de stockage propre mais certaines informations se centralisent à certains endroits, tous reliés à l'hippocampe :

- Le lobe préfrontal : information liée aux odeurs et au goût
- Le lobe occipital : information liée à la vision
- Le lobe temporal : information liée à l'audition

Le souvenir puise dans chacune de ces zones.

Mais alors pourquoi les élèves oublient-ils certaines informations ? Jean-Philippe Abgrall (2012) énonce différentes théories pour expliquer ce phénomène :

- La théorie du déclin : elle serait liée au manque d'exercices et/ou de rappel.
- La théorie de l'oubli motivé : elle est corrélée aux sentiments comme l'angoisse.
- La théorie de l'entrave : l'information est insuffisamment codée due à la simultanéité d'information.
- La théorie de l'interférence : les nouvelles informations écrasent les anciennes.

Nous comprenons donc qu'il est important d'utiliser le rappel. Jean-Philippe Abgrall (2012) conclue donc que « *l'objectif n'est pas de tout mémoriser, mais d'organiser la mémorisation*¹⁰. »

Cette dernière que l'on nomme mémoire à court terme a différentes fonctions selon Baddeley : «

1. *Stockage provisoire*
2. *Coordination de 2 tâches, réalisées de simultanément*
3. *La modification des stratégies des opérations en mémoire à long terme*
4. *L'attention sélective*
5. *L'activation des informations en mémoire à long terme*
6. *Le contrôle de l'avancement du travail en ayant les étapes ultérieures en tête*¹¹ »

¹⁰ Abgrall, JP. (2012) *Stimuler la mémoire et la motivation des élèves*, ESF editeur-page 46

¹¹ Abgrall, JP. (2012) *Stimuler la mémoire et la motivation des élèves*, ESF editeur-page 47

La mémoire à court terme, appelée aussi mémoire de travail a donc un rôle dans la compréhension, le raisonnement et l'apprentissage, en sachant que le nombre d'informations retenues est faible.

Dans son livre, Denis Butlen (2007) affirme que les psychologues s'accordent pour reconnaître que la capacité des mémoires à court terme et à long terme est limitée. Il y a une compétition entre les informations nouvellement connues et celles déjà présentes et stockées. La mémoire à court terme doit être entretenue par la révision périodique. Il faut un apprentissage spécifique afin de multiplier les procédures disponibles et que les élèves aient le choix.

3.3.2. *Le stockage*

Une fois l'information mise en mémoire, elle est stockée dans le temps, c'est la mémoire à long terme. En théorie, elle est infinie.

Nous distinguons différents types de mémoires :

- La mémoire explicite : c'est le souvenir qui est consciemment exprimé.
- La mémoire implicite : c'est l'acquisition et l'utilisation de compétence motrice.
- La mémoire épisodique : elle correspond au souvenir d'événements vécus dans leur contexte.
- La mémoire sémantique : cela se rapporte au sens que l'on donne à chaque chose et qui a un lien avec un élément mémorisé à long terme.

Une notion est aussi utilisée pour parler du stockage en mémoire, il s'agit de la consolidation : elle renvoie à la période durant laquelle le cerveau va répéter automatiquement, sans que l'on s'en rende compte, une information jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment ancrée dans notre mémoire pour être retenue pendant un certain temps.

Jean-Philippe Abgrall (2012) donne quelles stratégies pour faciliter l'encodage :

- Le processus de répétition :
 - L'autorépétition de maintien : c'est répéter mentalement une information plusieurs fois de suite.
 - L'autorépétition d'intégration : c'est associer des informations nouvelles avec une ancienne.

- Les représentations mentales : c'est un ensemble d'images sur l'information apprise qui prend leur origine dans les souvenirs et le vécu de la personne.

3.3.3 *Le rappel*

Le rappel, c'est le processus qui permet à une information d'être extraite de la mémoire ou c'est la capacité de restituer une information préalablement apprise. Pour faciliter cette dernière, il est important d'utiliser des rituels qui prennent la même forme, de répéter et d'employer des techniques identiques (ex : la technique de la soustraction avec la conservation des écarts et la technique avec cassage de la dizaine).

Cependant, des facteurs peuvent altérer ces 3 phases :

- La capacité de l'élève à se concentrer
- L'environnement (ex : un oiseau à l'extérieur)
- La surcharge cognitive due à la pédagogie même de l'enseignement

3.4 *L'image mentale*

Michel Denis (1979) s'appuie sur de nombreuses recherches pour définir l'imagerie mentale : « *Il s'agit donc d'images qui, soumises à un certain contrôle de la part du sujet, sont susceptibles d'être intégrées dans le cours d'une activité cognitive consciente.* ¹² » Il existe différents types d'images mentales (images hallucinatoires, eidétiques, « images de pensées »...) avec différentes fonctions :

- Une fonction référentielle : c'est lorsque l'individu évoque, reconstruit et restitue, un objet ou un événement appartenant à son environnement présent ou passé.
- Une fonction élaboratrice : l'individu doit mettre en œuvre une création mentale entre des objets n'ayant pas forcément un rapport logique.

Un pédagogue a longtemps travaillé sur l'imagerie mentale. Il s'agit d'Antoine de la Galanderie, fondateur de la Gestion Mentale qui a longtemps travaillé sur ce sujet et plus précisément sur l'évocation. Selon lui, les images mentales peuvent être de trois natures (visuelles, auditives, kinesthésiques) et seraient développées dès le plus jeune âge en fonction

¹² Denis, M. (1979) *Les images mentales*, Puf – page 49

de la stimulation des enfants par leurs parents. Ainsi les élèves seraient plus sensibles à certains supports plutôt que d'autres en fonction des sens développés. Il faut savoir que nous enregistrons :

- 10% d'une lecture.
- 20% de ce que nous écoutons
- 30% de ce que nous regardons
- 70% de ce que nous disons oralement
- 90% de ce que nous faisons manuellement

Il préconise donc un apprentissage faisant intervenir les sens dont les élèves se servent le moins, d'entraîner leur mémoire (jeu de KIM) et de développer leur souvenir des élèves en diversifiant les modes d'expression (le dessin par exemple).

D'autre part, selon les travaux de HOLLENBEG (1970), les enfants de 6 à 9 ans qui utilisent l'imagerie mentale en grande majorité sont en difficulté pour traiter des données conceptuelles abstraites. Plus leurs capacités d'imagerie sont développées, plus grande est leur aptitude à analyser les aspects émotionnels. Ceci signifierait que l'élève utilise l'image mentale comme un acte rassurant notamment dans des situations comme le calcul mental.

Jean-Philippe Abgrall (2012) recommande comme aide pour la mémorisation d'utiliser l'image mentale car c'est la mémoire visuelle que nous développons le plus. Pour cela, il propose de visualiser tout d'abord pendant une ou deux minutes la leçon à apprendre (cahier fermé), puis de vérifier en ouvrant son cahier et enfin de la synthétiser sous forme de fiche.

« Les liens entre les neurones se renforcent et les associations entre les différentes zones du cerveau sont facilitées. Elles sont plus rapides et prennent plus de sens du fait d'une image mentale plus complète¹³ ».

La base du calcul mental commence comme le dit Rémi Brissiaud par la conceptualisation du nombre. Selon lui et Denis Butlen, la connaissance des nombres conditionne la construction de la technique et de la mobilisation de procédures. Mais d'autres facteurs interviennent comme la mémoire. Selon Jean-Pierre Abgrall, l'état émotionnel influe sur nos capacités et empêche l'encodage des informations dans notre mémoire de travail.

¹³ Abgrall, JP. (2012) *Stimuler la mémoire et la motivation des élèves*, ESF editeur-page 48

Pour pallier à cela, Claire Lethielleux, Denis Butlen et François Boule préconise une méthodologie qui joue principalement sur la répétition et sur la démonstration des stratégies.

4. Cadre méthodologique

4.1 Présentation de l'école

L'école qui m'a permis d'obtenir les résultats suivants se situe en Seine-Maritime, proche du littoral, à la frontière avec la Picardie. C'est une école qui compte 3 classes de maternelles et 12 classes élémentaires. Les élèves ont de grandes difficultés notamment au niveau de la production d'écrit, de la compréhension écrite ainsi que la résolution de problème. « Un maître plus » est ainsi présent pour aider les élèves dans ces 3 domaines, sur tout le cycle 2.

4.2 Observation d'écrits

4.2.1 L'échantillon « élèves »

La classe de CE2 dans laquelle sont réalisés les deux dispositifs est composée de 18 élèves dont 8 filles et 10 garçons. Parmi ces élèves, il y a 3 redoublants dont 2 qui éprouvent des difficultés dans les 3 domaines cités auparavant.

Le dispositif se faisant en demi- groupe, les élèves ont eu la possibilité de changer de place et de se rapprocher du professeur des écoles.

4.2.2 Déroulement de la séquence

Dans le cadre de ma réflexion, j'ai testé sur le mois de janvier, deux types de dispositif, liés aux supports.

La première semaine (du 3 janvier au 6 janvier) s'est déroulée de la façon suivante :

- **Le mardi** : Les élèves se sont réunis ensemble pour une évaluation diagnostique et une mise en commun des différentes stratégies possibles pour calculer rapidement. Ces stratégies ont été inscrites sur une affiche afin d'être utilisées si nécessaire durant la phase d'entraînement par les deux groupes, même ceux qui n'en ont pas. Une trace écrite reprenant une partie des stratégies a été collée dans leur cahier de leçon.

Suite aux résultats de l'évaluation diagnostique, j'ai divisé ma classe en 2 groupes pour tester ces deux méthodologies. Les demi-groupes ont été constitués de façon homogène au niveau de la parité fille/garçon et hétérogène au niveau de la difficulté des élèves. Ces groupes sont restés fixes en dépit des absences des élèves sur certaines séances :

- Le groupe A : Méthodologie 1 (utilisation de différents supports)
- Le groupe B : Méthodologie 2 (utilisation d'un seul support : l'ardoise)

- Du mercredi à vendredi : Le groupe A et B se sont entraînés à différents moments de la matinée selon la méthodologie définie.

La deuxième semaine (du 9 au 14 janvier) s'est décomposée ainsi :

- Du mardi au mercredi : Les groupes A et B ont continué à s'entraîner.
- Le jeudi : Les groupes A et B ont réalisé une évaluation formative de type calcul réfléchi à l'écrit. L'intérêt de cet exercice est de rappeler les différentes stratégies et d'en faire émerger d'autres.
- Le vendredi : Les groupes A et B ont effectué ensemble une évaluation sommative écrite sous la forme d'un problème, mettant en jeu le complément à 100.

		LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
<u>GROUPE 1</u>	Semaine 17		<u>Séance 1 :</u> Evaluation diagnostique <u>Ecrit</u> : Le compte est bon + Rappel des différentes techniques	<u>Séance 2 :</u> séance d'entraînement <u>Oral/Ecrit</u> : jeu de la boîte noire	<u>Séance 3 :</u> séance d'entraînement <u>Ecrit</u> : fiche	<u>Séance 4 :</u> séance d'entraînement <u>Oral</u> : Jeu du furet
<u>GROUPE 2</u>	Semaine 17			<u>Séance 2 :</u> séance d'entraînement Calculs donnés oralement et réponses sur <u>ardoise</u>	<u>Séance 3 :</u> séance d'entraînement Calculs donnés oralement et réponses sur <u>ardoise</u>	<u>Séance 4 :</u> séance d'entraînement Calculs donnés oralement et réponses sur <u>ardoise</u>
<u>GROUPE 1</u>	Semaine 18		<u>Séance 5 :</u> séance d'entraînement <u>Ecrit</u> : calcul à l'oral et résultat sur <u>ardoise</u>	<u>Séance 6 :</u> séance d'entraînement <u>Oral</u> : Jeu de <u>carte mistigri</u>	<u>Séance 7 :</u> séance formative <u>Ecrit</u> : Calcul réfléchi de type reconstituer une somme avec plusieurs nombres	<u>Séance 8</u> Evaluation sommative : type problème
<u>GROUPE 2</u>	Semaine 18		<u>Séance 5 :</u> séance d'entraînement Calculs donnés oralement et réponses sur <u>ardoise</u>	<u>Séance 6 :</u> séance d'entraînement Calculs donnés oralement et réponses sur <u>ardoise</u>		

Tableau récapitulatif des 2 semaines d'apprentissage

4.2.3 *Le sujet de la séquence*

Suite à l'évaluation de début de période, nous avons décidé avec ma collègue de revoir les tables d'addition en calcul mental. En parallèle, sur cette même période, nous avons commandé un fichier mathématique pour nos élèves que nous avons reçu tardivement. Par conséquent, nous avons en période 2, orienté nos séquences de calcul mental sur la soustraction (ôter 9 et ôter 11 à un nombre à deux chiffres).

J'ai donc choisi pour la période 3, le complément à 100, date de la mise en place de ma méthodologie. Je ne l'ai pas choisi au hasard. En effet, sur cette même période, j'avais programmé d'étudier la monnaie et les problèmes liés à ce domaine. J'ai supposé que les élèves auraient plus de facilité à donner sens au calcul mental en le reliant à une notion connue.

Pour cela, je me suis aidée de deux ¹⁴manuels scolaires qui m'ont guidé sur le choix des jeux, sur le plan de séquence et sur la méthodologie à adopter.

Pour rappel, ce que j'appelle complément à 100, c'est une addition du type $a + b = 100$ avec $a \leq 100$ et $b \leq 100$ et si $a = 100$ alors $b \neq 100$

4.2.4 *Le déroulement des séances*

J'ai souhaité mettre en place ces séances, de préférence le matin car les différentes études montrent que les élèves ont le pic d'attention à 12h. Ces séances ont duré entre 10 minutes et 30 minutes pour les évaluations et 5 à 10 minutes pour les autres séances en fonction des activités proposées.

La première séance s'est déroulée de cette façon, pour les deux groupes :

- un temps pour expliquer la consigne
- un temps pour pratiquer et pour confronter les procédures
- un temps pour institutionnaliser oralement et à l'écrit (fiche et trace écrite dans le cahier de l'élève.)

¹⁴ J'apprends les maths (2016).CE2 .Retz et Euromaths (2010) CE2. Hatier

Pour les séances suivantes, le groupe A commençait l'entraînement pendant que l'autre groupe effectuait une lecture à deux d'un livre de leur choix, présent dans la bibliothèque de la classe. Puis une fois l'activité terminée, j'ai inversé les groupes.

4.2.5 Les activités proposées pour ces séances

- Le compte est bon : C'est une activité qui ressemble au jeu télévisé « des chiffres et les lettres ». Ce jeu permet d'utiliser les propriétés de l'addition et de la soustraction ainsi que les doubles, les compléments à 5 ou à 10 et les nombres ronds. L'avantage de cette activité, c'est de pouvoir confronter les différentes techniques employées par les élèves pour arriver à un nombre donné.

Ce jeu va être utilisé en séance 1 et 7. Pour la séance 1, les élèves auront 4 exercices où ils devront choisir 2, 3 ou 4 nombres pour reconstituer le nombre 100. Quant à la séance 7, les modalités ne changent mais le nombre d'exercices passent à 9. Les exercices étant de difficultés croissantes.

- Jeu de la boîte noire : L'enseignant dispose d'une boîte avec couvercle qu'elle pose devant les élèves. Elle met un certain nombre d'objet dans la boîte que les élèves doivent compter mentalement grâce au bruit. Puis ils doivent soit oralement ou à l'écrit, répondre à la consigne que le professeur aura donné. C'est un jeu qui fait travailler la mémoire auditive.

Cette activité a été utilisée en séance 2. Pour cela, j'ai pris des billes d'argiles et une boîte à chaussure. L'inconvénient de cette activité réside dans le nombre de billes à manipuler qui augmente le temps de la séance. Il faut également un silence complet.

- Jeu du furet : Le professeur dit à tour de rôle des nombres aux élèves en suivant une certaine règle. Elle interroge les élèves dans l'ordre où ils sont installés à leur table. Le but de jeu réside dans la rapidité et la mémorisation des calculs. Si un élève ne sait pas, il passe son tour et s'assoit. Il suffit de revenir à lui quelques secondes plus tard. Les erreurs sont rectifiées par le professeur des écoles ou par un élève, mais ne sont pas analysées en temps réel. Ce jeu fait travailler la rapidité mais aussi la mémoire à court terme et la concentration.

Lors de la séance 4, j'ai pu mettre en œuvre cette activité sous la forme d'addition à trou sur une partie de groupe. Pour une bonne mise en œuvre, il faut également avoir le silence.

- L'Ardoise ou le procédé La Martinière : Les élèves disposent individuellement d'une ardoise. Le professeur donne oralement ou à l'écrit un calcul à effectuer. Au signal, les élèves doivent calculer mentalement et inscrire sur l'ardoise le résultat. Ils retournent l'ardoise pour cacher leur réponse. Au second signal du professeur, les élèves lèvent leur ardoise. Le professeur constate visuellement les erreurs. Les élèves peuvent alors effacer leur ardoise. Le professeur peut interroger un ou deux élèves oralement pour connaître leurs stratégies de calcul. Cette méthode est rapide, efficace et ludique. Les élèves font travailler davantage leur mémoire auditive plutôt que la mémoire visuelle et il améliore leur concentration.

Les groupe B a expérimenté ce support pendant les deux semaines et le second groupe a eu l'occasion de la pratiqué en séance 5. Il faut être vigilant sur la méthodologie notamment au moment où l'élève écrit sa réponse, il doit bien retourner son ardoise sinon il influence les autres élèves par sa réponse. De plus, la consigne utilisée doit varier afin d'habituer les élèves à différentes tournures.

- Jeu du mistigri : C'est un jeu de cartes qui peut se jouer à plusieurs. Toutes les cartes sont distribuées. Les élèves jouent chacun à leur tour, dans le sens des aiguilles d'une montre. A chaque tout, un élève tire une carte dans le jeu au hasard du joueur précédent et il la met dans son jeu. Puis il pose sur la table, une paire de cartes dont le complément est égal à 100 (ex : 60+40). Le but du jeu est d'avoir constitué le maximum de paires de carte sans avoir le mistigri dans son jeu. Cette activité ludique a l'avantage de jouer à plusieurs et d'entretenir la notion étudiée. Il laisse plus de temps aux élèves pour acquérir la notion et enlève le stress lié au temps, tout en faisant du calcul mental. Les groupes d'élèves doivent être homogènes afin que les élèves ayant plus de facilité ne découragent les autres.

J'ai pu entreprendre cette activité avec le groupe A en séance 6. L'inconvénient que j'ai pu rencontrer réside dans le comportement des élèves fassent au « jeu » (gagnant/perdant).

4.2.6 Les indicateurs

Pour comparer les deux dispositifs, j'ai souhaité utiliser comme indicateur les différentes procédures utilisées par les élèves ainsi que les résultats aux différentes évaluations.

Les procédures attendues étaient :

- 1 : procédure de comptage et décomptage avec utilisation de la bande numérique
- 2 : procédure mentale de l'algorithme écrit
- 3 : procédure avec décomposition canonique en dizaine et unité

4.3 Observation du comportement

Pour les séances évaluatives, j'ai souhaité observer les élèves individuellement pendant leur réflexion grâce à une grille d'observation physique et à la fin de l'activité avec une autre grille. Ces grilles ont pour but de regarder comment se comporte l'élève durant les évaluations mais aussi de comparer avec les résultats précédents, la motivation de chacun et donc l'efficacité de l'apprentissage du calcul mental.

4.3.1 Comportement et analyse écrite de l'élève

Comportement de l'élève	Les objectifs	Les indicateurs	Définition
L'élève est calme	O/N	Sa respiration est normale. Son regard se porte sur l'adulte. Ses outils ne tombent pas. Il est prêt, dans l'action.	L'élève rentre sans crainte dans l'activité et effectue les calculs en toute tranquillité.

L'élève est stressé	Stress modéré	Stress important		<p>Stress modéré : Sa respiration s'accélère. Il bouge sur sa chaise. Son regard est fixé sur le support de travail</p> <p>Stress important : Il a du mal à trouver son matériel. Il s'énerve pendant l'activité surtout en cas d'erreur. Il bougonne.</p>	L'élève se sent perturbé par une activité liée ou non à une notion de temps. (ex : répondre rapidement)
	O/N	O/N			
L'élève est opposant	O/N			Il ne participe pas et ne donne pas de réponse ou il inscrit sur son ardoise « je ne sais pas » avant même la fin du top.	L'élève ne souhaite pas travailler car il a un blocage sur le calcul mental (il n'y arrive pas)
L'élève est actif/Passif	Très Actif	Actif modéré	Passif	<p>Très actif : L'élève répond à chaque calcul et cherche à se corriger</p> <p>Actif modéré : L'élève répond énergiquement mais se lasse.</p> <p>Passif : L'élève répond à la dernière seconde ou répond hors du temps imposé</p>	<p>Actif : L'élève est motivé par les activités. Il participe tout au long de l'exercice de façon énergique</p> <p>Passif : L'élève prend son temps pour répondre, même hors du temps. Il ne cherche pas à rectifier son erreur.</p>
	O/N	O/N	O/N		

Comportement lié à la procédure 1	Yeux	doigts	Les deux	Yeux : l'élève regarde la bande numérique pour répondre Doigts : L'élève compte sur ses doigts	L'élève ne maîtrise pas suffisamment le répertoire numérique et utilise la bande numérique sous toutes ses formes.
	O/N	O/N	O/N		
Analyse liée à la procédure 2	Ecrit le début du calcul (a+b)	Ecrit en ligne et calcule (a+b=c)	L'élève écrit le résultat du calcul y compris celui donné oralement.		L'élève a une surcharge cognitive et ne parvient pas à retenir le premier nombre.
	O/N	O/N			
Analyse liée à la procédure 2 bis	Pose le début du calcul (a +b)	pose en colonne et calcule	L'élève écrit sous la forme du calcul posé les additions dites oralement.		L'élève ne connaît pas suffisamment le répertoire numérique (décomposition) mais il maîtrise le calcul posé, qui le rassure.
	O/N	O/N			
Analyse liée à la procédure 3	Répond vite et donne sa procédure experte		L'élève répond le premier et exprime sa procédure experte		L'élève a une connaissance sur le répertoire numérique et utilise les propriétés de l'addition/soustraction
	O/N				

Tableau récapitulatif des comportements visibles

4.3.2 Comportements de l'élève sur la réalisation de l'évaluation.

Suivi de la consigne	total	partiel	néant		
	Oui /Non	Oui /Non	Oui /Non		
Engagement de la tâche	Commence de suite l'activité	Ne participe pas à l'activité	Mets du temps à se mettre à l'activité	copie sur son voisin	Demande l'aide du PE
	Oui /Non	Oui /Non	Oui /Non	Oui /Non	Oui /Non
Réalisation de la tâche	A fini la tâche avant le temps imparti	A fini la tâche dans le temps imparti	A partiellement fini dans le temps imparti		N'a rien fait
	Oui /Non	Oui /Non	Oui /Non		Oui /Non
Restitution de la procédure	Exprime clairement sa procédure de calcul	Exprime vaguement sa procédure de calcul		Ne s'exprime pas	
	Oui/Non	Oui/Non		Oui/Non	

5. Présentation et analyse des données recueillis en classe

5.1 *L'évaluation diagnostique*

5.1.1 *Le choix des nombres*

J'ai privilégié la connaissance des doubles et du complément à la dizaine car ce sont des notions que les élèves ont appris depuis le CP (voir annexe 1).

Pour le 1^{er} calcul, j'ai proposé les nombres 5, 85, 10 et 15. Les réponses que j'attendais sont les suivantes :

- $85 + 15 = 100$: utilisation du passage à la dizaine en utilisant les doubles puis passage à la centaine.
- $85 + 5 + 10 = 100$: utilisation du passage à la dizaine en utilisant les doubles puis ajout d'une dizaine pour passer à la centaine

Concernant le 2^{ème} calcul, j'ai choisi les nombres suivants : 20, 60, 80 et 20. Les réponses attendues sont :

- $80 + 20 = 100$: Utilisation du complément à 10 puis passage à la centaine.

- $60 + 20 + 20 = 100$: Utilisation des doubles, puis passage au complément à la dizaine et enfin le passage à la centaine.

Ensuite pour le 3ème calcul, j'ai soumis les nombres 14, 42, 56 et 44. La réponse espérée fut :

- $56 + 44 = 100$: utilisation du complément à la dizaine puis de la centaine

Enfin le dernier calcul, j'ai soumis les nombres suivants : 12, 12, 56 et 14. Avec ce choix, le résultat que j'ai désiré était :

- $76 + 12 + 12 = 100$: utilisation des doubles, puis passage à la dizaine et enfin passage à la centaine

5.1.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves

J'ai simplifié la grille du comportement pour faciliter la prise de note pendant les évaluations (voir annexe 2) :

- Critères « calme », « stressé et « opposant » :

J'ai 2 élèves qui ont vécu ce début d'activité avec stress. En effet, elles se sont exprimé de différentes façons. Pour l'une, ce fut une angoisse qui s'est traduite par un renfermement sur elle-même alors que pour l'autre, elle n'a cessé de râler, perturbant le reste de la classe. Pour ces deux, je les ai rassurés en insistant sur le fait que ces exercices n'étaient pas notés et que c'était juste pour connaître les notions à revoir. Elles ont effectué la fiche.

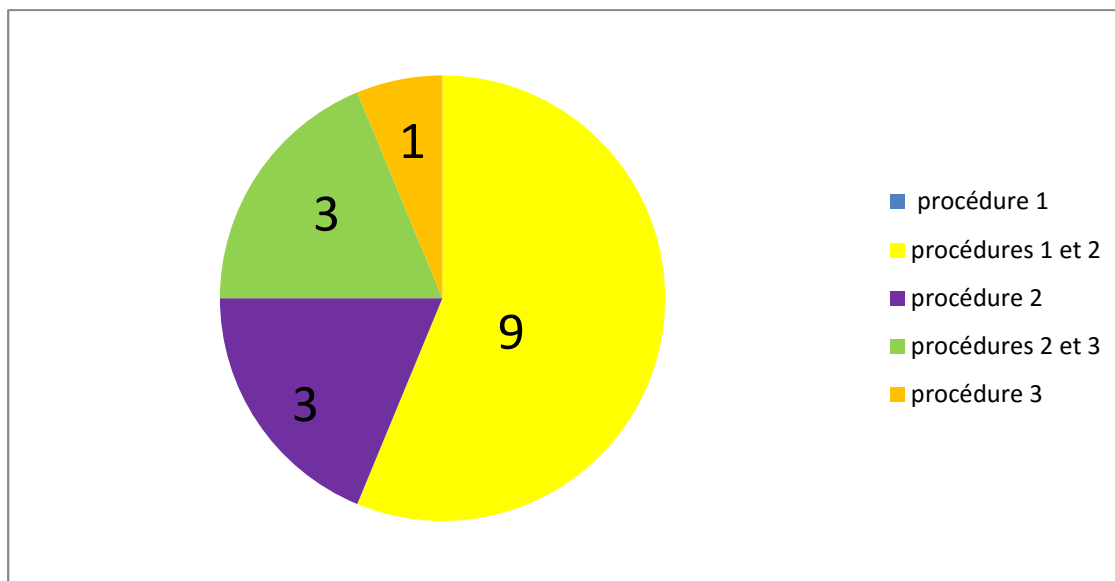
- Critère « consigne » :

L'ensemble des élèves ont compris la consigne avec l'exemple donné en début de la séance.

- Critère « actif », « activité », tâche » :

Tous les élèves se sont mis au travail, suite à la lecture et l'explication de la consigne (pas de demande d'aide ou de copie). Toutefois 3 élèves se sont lassées et n'ont pas répondu à tous les calculs. Parmi ces 3 élèves, nous retrouvons les 2 élèves stressées par la séance. Nous pouvons supposer que les premiers exercices ont été faciles pour elles mais dès lors que l'exercice s'est compliqué, elles ont abandonné par surcharge cognitive, par stress ou par une défaillance de la construction du nombre et donc des stratégies de calcul. Ensuite, la moitié des élèves ont terminé avant le temps imparti mais tous n'ont pas donné une explication claire sur leur stratégie ou sur la connaissance des nombres.

- Procédures utilisées :
 - Choix des procédures



Graphique 1 : Répartition des procédures des élèves (en nombre d'élèves)

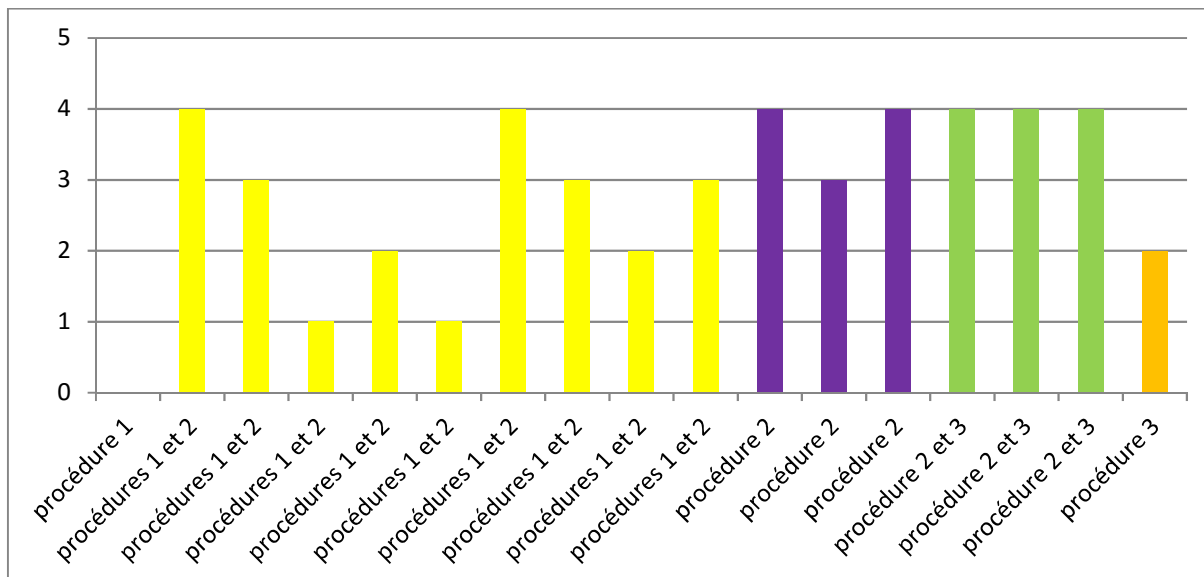
Nous observons qu'aucun élève n'a utilisé la procédure 1. En fait, c'est tout à fait normal car j'ai fait le choix de faire une évaluation écrite. Je suis consciente que le calcul mental est plutôt de l'ordre de l'oral et non de l'écrit. Toutefois, il est difficile de faire une évaluation à l'oral et espérer que les élèves puissent nous restituer de façon précise la façon dont ils procèdent.

Ensuite, nous pouvons voir que 9 élèves ont utilisé les procédures 1 et 2. Ils se sont aidés soit de la bande numérique accrochée au-dessus du tableau, soit de leur doigts soit ils ont employé les deux techniques. Une fois le résultat trouvé, ils ont posé soit en ligne soit en colonne ou encore ont écrit les calculs sans aller jusqu'au bout. De plus, 3 élèves ont adopté la procédure 2 uniquement, c'est-à-dire la pose du calcul à l'écrit. Pour ces deux groupes d'élèves, ils n'ont pas été capables de s'exprimer sur leur stratégie de calcul.

D'autre part, nous remarquons que 3 élèves ont recouru aux procédures 2 et 3. Comme pour les autres élèves, ils ont posé une addition en ligne ou colonne et au moment de la mise en commun, ils ont été capables d'expliquer le choix des nombres et d'explicitier leur stratégie, comme nous avons pu le voir précédemment. Nous pouvons supposer que pour une partie de ces élèves, le passage à l'écrit n'a été qu'une formalité.

Enfin, un seul élève a additionné mentalement sans poser de calcul. Il a entouré les réponses sur la fiche. Lors de la mise en commun. Il a également décrite sa stratégie de calcul.

– Efficacité des procédures :



Graphique 2 : Répartition des procédures des élèves en fonction de leur réussite

Nous constatons que l'élève ayant utilisé la procédure 3 a réussi à 50%. Il a en effet commis 2 erreurs au niveau des 2 derniers calculs. Cet élève s'est focalisé sur l'unité de chaque nombre qu'il a tenté d'associer entre eux sans se soucier de la dizaine. Pour ces deux calculs, il s'agissait d'utiliser le complément à 10, nous pourrions retravailler avec lui le complément à 10.

Concernant les élèves ayant utilisé les procédures 2 et 3, nous remarquons qu'ils ont tous réussi. La pose du calcul a sûrement été un moyen de vérification visuelle. Nous pouvons supposer également que ces élèves maîtrisent parfaitement l'addition en colonne ou en ligne. Ensuite pour les élèves ayant priorisé la procédure 2, un seul élève a commis 1 erreur.

– Choix des stratégies

L'élève ayant choisi la procédure 3, a opté pour une stratégie qui demande peu d'énergie ($80 + 20$) et une autre qui en nécessite plus pour le calcul ($85 + 10 + 5$). Nous pouvons déduire que cet élève maîtrise le complément à 10 et les doubles mais lorsque le nombre ne termine par zéro, il a plus de difficulté à additionner 2 nombres à 2 chiffres. Il a en effet mis plus de temps à réaliser son évaluation (16 min) en sachant que la moyenne est de 14 min.

Concernant le groupe d'élèves utilisant les procédures 2 et 3, un seul a économisé ses calculs. C'est cet élève qui a également posé en ligne le calcul. Nous pouvons ainsi supposer qu'il maîtrise parfaitement la construction du nombre de façon mentale. Quant aux deux élèves, ils ont utilisé une stratégie « courte » et une stratégie « longue ». Ces deux élèves ont expliqué qu'ils avaient employé les doubles pour trouver la réponse en priorité. Bien que ces stratégies soient un peu plus complexes, ces 3 élèves ont mis le même le temps.

Ce qui n'est pas le cas du groupe suivant (procédure 2) où les élèves ont mis plus de temps à effectuer leur calcul. Ces 3 élèves ont mis en œuvre une stratégie courte commune ($80 + 20$) puis des stratégies différentes pour l'autre calcul. Lors de la mise en commun, ces élèves n'ont pas su expliciter leur façon de procéder. Ce qui est sûr, c'est qu'ils maîtrisent l'addition posé en colonne.

Enfin pour le dernier groupe, les stratégies sont très variables. Le temps mis pour faire le calcul est relativement plus long que les autres groupes. Cela s'explique par le fait que ces élèves, comptent sur la bande numérique puis écrivent leur calcul ou posent l'addition en colonne et la résolvent. Certains ont procédé à des essais-erreurs.

Au moment de la mise en commun, 4 stratégies sont ressorties :

→ L'utilisation du complément à 10 puis le passage à la dizaine et à la centaine

$$\text{Ex : } 80 + 20 = 100$$

→ L'utilisation canonique du nombre 10 :

$$\text{Ex : } 60 + 20 + 20$$

→ L'utilisation des doubles ($12+12$ mais aussi de $5+5$), puis le passage à la dizaine et enfin le passage à la centaine.

$$76 + 12 + 12$$

→ La stratégie « rassurante » du passage à la dizaine supplémentaire puis de l'ajout du double de 5 avec passage de la dizaine et à la centaine.

$$85 + 10 + 5 = 95 + 5$$

→ La stratégie plus complexe de l'utilisation du double puis passage à la dizaine et à la centaine.

$$85 + 15 = 90 + 10$$

Ces stratégies ont été notées sur une affiche pour que les élèves utilisant leurs doigts ou la bande numérique puissent s'appropriier une de ces techniques.

– Exemple de stratégie en fonction des procédures :

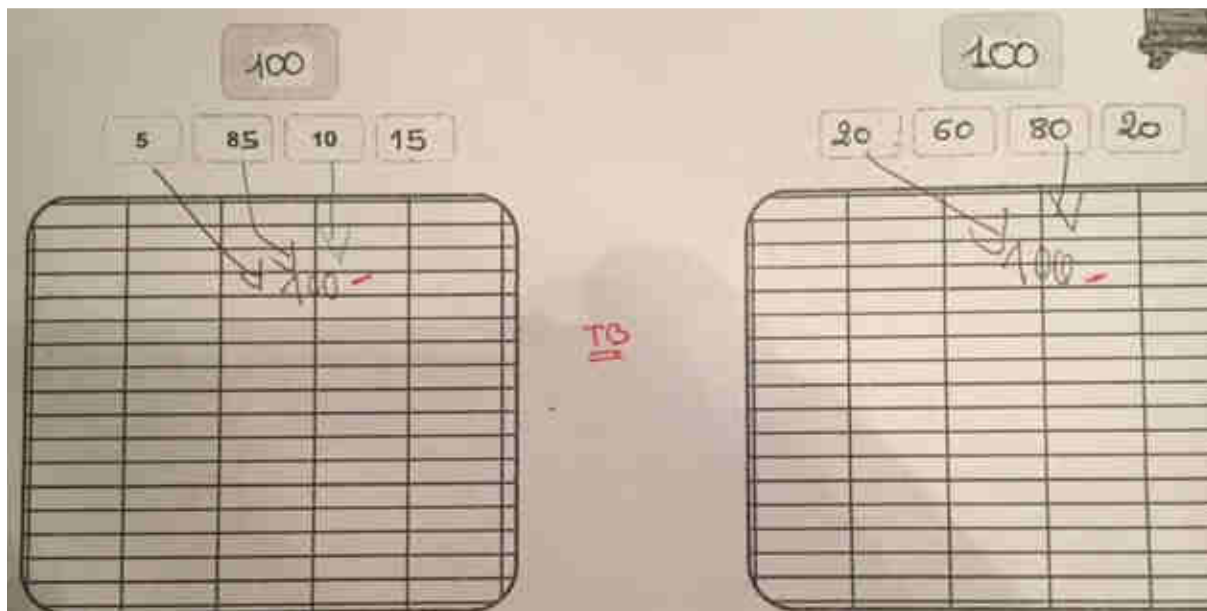


Photo 1 : Exemple de la procédure 3

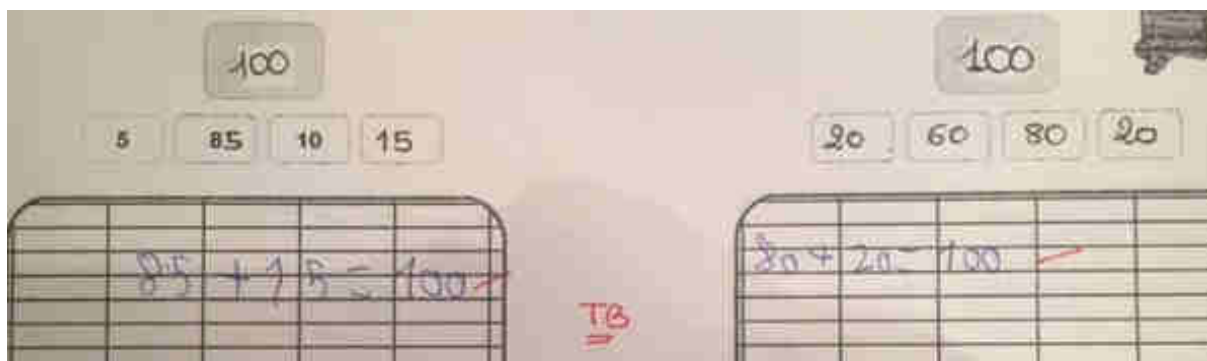


Photo 2 : Exemple des procédures 2 et 3

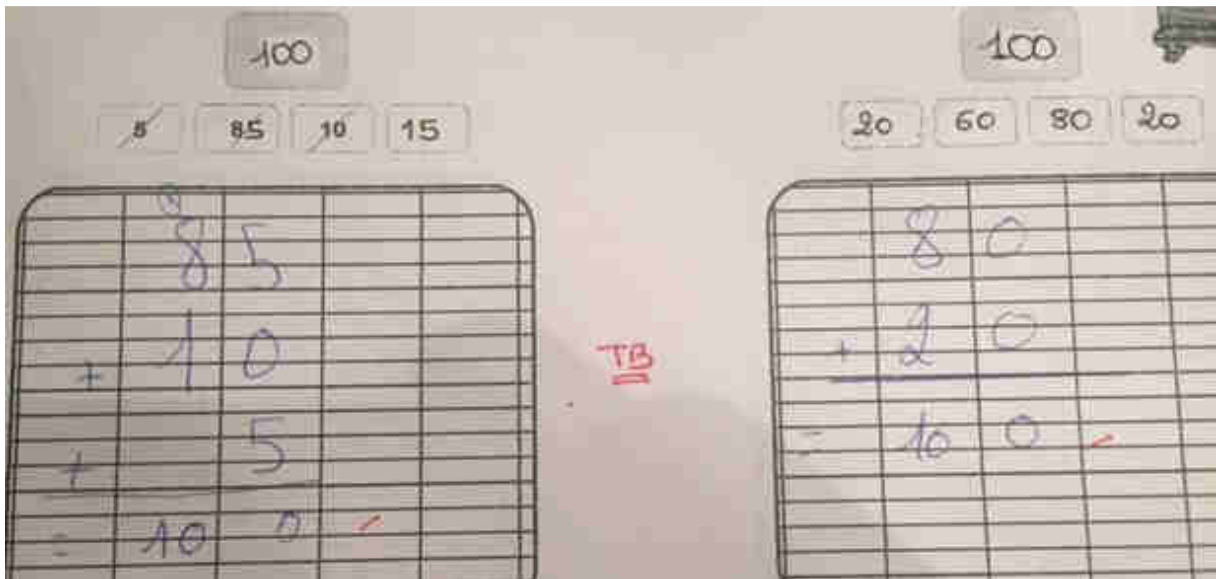


Photo 3 : Exemple de la procédure 2

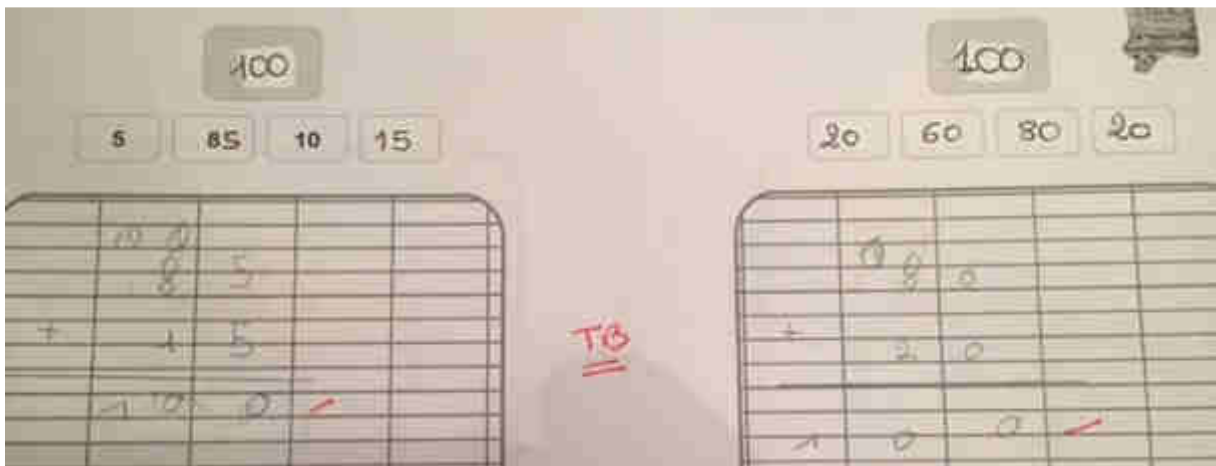


Photo 4 : exemple des procédures 1 et 2

5.2 Les séances d'entraînement

5.2.1 Le choix des nombres

Pour chacune des séances, j'ai souhaité faire varier uniquement le support donc j'ai proposé les mêmes séries de nombres pour les deux groupes A et B.

- La séance 2

Les dix nombres que j'ai choisi étaient tous des nombres ronds (10, 20, 30, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90). J'ai souhaité revoir les compléments à la dizaine puis à la centaine, qui sont connus par la plupart des élèves depuis le CP.

L'ordre des nombres n'a pas été donné dans le même ordre mais suffisamment proche pour ne pas défavoriser un groupe.

- La séance 3

J'ai pris une nouvelle fois les nombres ronds mais en incluant les nombres 0. J'ai voulu que les élèves ayant eu des difficultés puissent de nouveau avoir l'occasion de manipuler de nouveau le complément à 10.

Comme pour la précédente séance, l'ordre des nombres a été modifié entre les groupes.

- La séance 4

J'ai décidé de travailler sur les doubles et plus particulièrement celui du nombre 5 avec le passage de la dizaine puis à la centaine (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95).

Comme j'ai utilisé le jeu du furet, l'ordre des calculs a forcément bougé.

Comme pour la précédente séance, l'ordre des nombres a été modifié entre les groupes.

- La séance 5

La difficulté des nombres s'est accentuée puisque j'ai souhaité utiliser les « presque double » (14, 26, 34, 46, 54, 66, 74, 96, 34, 36) et amener les élèves à transposer leur connaissance des doubles pour mettre en œuvre une nouvelle stratégie.

Pour cette séance, les élèves ont été entraînés en même temps, dans les mêmes conditions.

- La séance 6

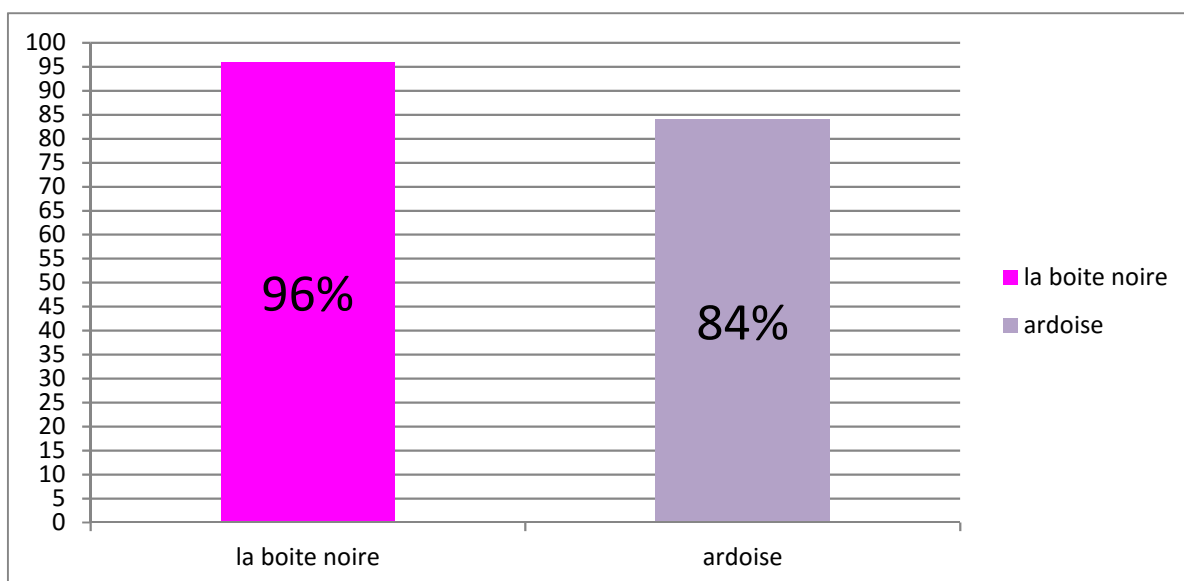
Le premier groupe (A) a travaillé sur une activité ludique, le jeu du mistigri. Pour cela, ils avaient 27 cartes (dont le mistigri) par groupe de 4 élèves avec les paires suivantes 10-90, 20-80, 30-70, 40-60, 50-50, 41-59.....

J'ai ainsi souhaité que les élèves, à travers cette activité, revoient les différentes notions que nous avons vues dans les séances précédentes (le complément à 10, les doubles), en prenant le temps de réfléchir sur leur stratégie.

Quant au 2^{ème} groupe (B), j'ai également pris différents nombres (10, 76, 50, 18, 65, 25, 82, 55, 24, 60) pour que les élèves se remémorent les différentes stratégies qu'ils avaient mis en place. J'ai rajouté les compléments à 10 au niveau des unités (18, 82) afin de voir si les élèves étaient capables d'appliquer leur connaissance sur ce sujet.

5.2.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves

- La séance 2 :



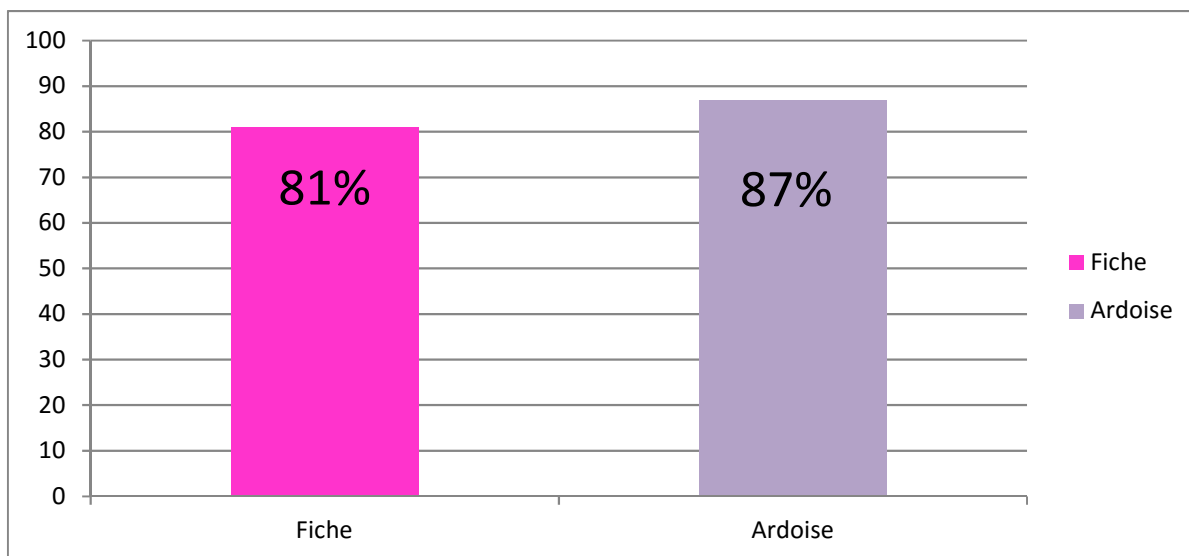
Graphique n°3 : Pourcentage de réussite concernant les 2 activités

Ce graphique montre que les élèves ont mieux réussi l'activité sur la boîte noire que sur l'ardoise. En effet, la boîte noire demande une attention et un silence plus important car l'élève doit se concentrer sur la bille mais aussi sur le bruit. Cela fait également travailler deux mémoires simultanées (visuelles, et auditives) alors que l'ardoise ne fait travailler que la mémoire auditive si les calculs sont oraux et la mémoire visuelle et auditive si les calculs sont écrits au tableau.

Au niveau des erreurs, pour le groupe A, une seule élève a eu des erreurs (4 en tout), 2 de ces erreurs peuvent s'expliquer par une erreur de calcul. Quant aux deux autres, le 6ème (60 + 90) et 8ème calcul (aucune réponse), peuvent s'expliquer par une lassitude ou un manque de concentration.

Concernant le groupe B, 5 élèves sur 9 ont eu tout juste. Une élève ne m'a rien répondu sur 5 calculs par méconnaissance. Un autre n'était pas suffisamment concentré (il est d'ailleurs suivi pour sa difficulté à se concentrer en classe) Et les deux autres ont commis des erreurs d'ordre numérique (ex : $7+2=10$) ou n'ont pas répondu dans le temps imparti.

- La séance 3 :



Graphique n°4 : Pourcentage de réussite concernant les 2 activités (en pourcentage)

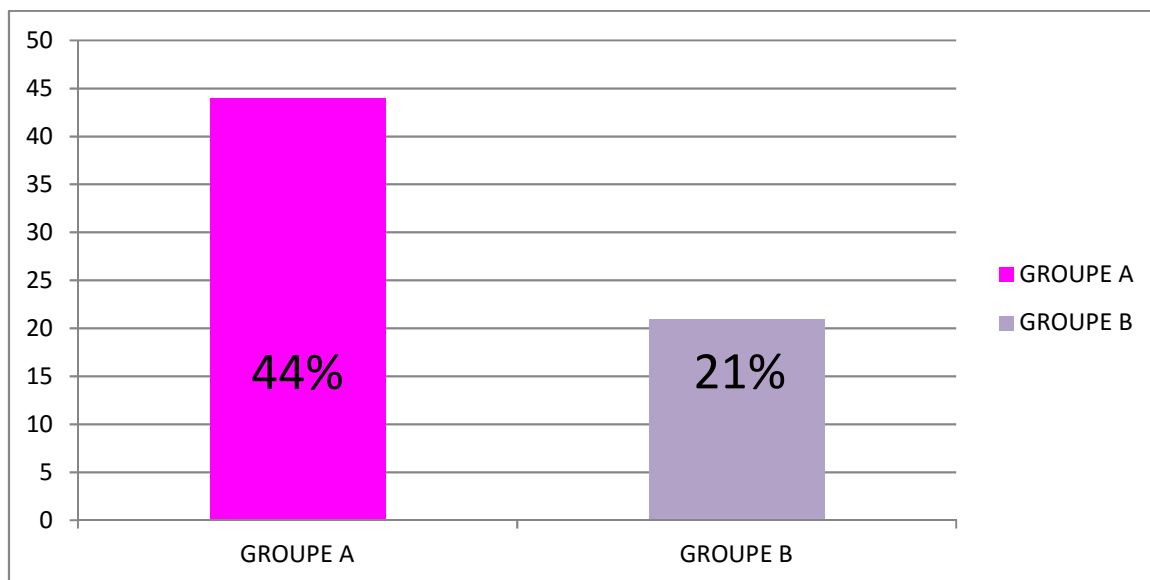
Nous pouvons observer que l'activité sur les fiches a été réussie qu'à seulement 81% contre 87% pour l'ardoise alors que pour la séance précédente, c'était l'inverse. En quoi cette activité perturbe-t-elle les élèves au point d'avoir une réussite plus faible ? Nous pouvons penser que les élèves ne se sont pas suffisamment concentrés. En effet, un léger bavardage de l'autre groupe a pu perturber certains élèves. De plus, les élèves ont peut-être été troublés par les calculs en ligne. Ces élèves ont ainsi une surcharge cognitive en voyant tous ces nombres. Enfin, les élèves ont peut-être répondu trop rapidement et n'ont pas suffisamment pris le temps de se corriger (temps moyen 2 min). Cette activité n'a sûrement pas motivé les élèves. Quant au second groupe, les résultats sont constants avec une amélioration d'un élève (3 erreurs contre 6 précédemment).

- La séance 4 :

Je n'ai pas de graphisme de comparaison pour cette activité. L'activité du furet a posé des problèmes cognitifs aux élèves qui ont eu des difficultés à utiliser le complément à la dizaine puis à la centaine. En effet, les élèves connaissent bien le double de 5, mais ils n'arrivent à visualiser les nombres. Ils ont une surcharge cognitive (retenir le « 5 » des unités et trouver la dizaine) accentué par une question de rapidité. J'ai stoppé ce jeu au bout de 5 min tout en laissant aux élèves un temps minimum de réflexion.

Pour le second groupe, la réussite aux calculs est de l'ordre de 50 %. Hormis l'élève qui a des difficultés à se concentrer et qui a répondu un peu au hasard, les autres élèves ont essentiellement les mêmes soucis cognitifs que le précédent groupe, c'est-à-dire une surcharge cognitive. En dépit de l'explication de la stratégie vue en séance 1, les élèves, une fois le nombre des unités retenus « 5 », calculent indépendamment le nombre de dizaines en ne prenant pas compte l'ajout de la dizaine (5+5). Ils ont encore des difficultés sur la construction du nombre. J'ai également deux élèves qui n'ont pas compris la stratégie du double en donnant des nombres ne finissant pas par 5.

- La séance 5



Graphique n°5 : Pourcentage de réussite sur les 2 groupes concernant l'ardoise

Dans un premier temps, nous constatons que les élèves ont eu beaucoup de difficultés pour trouver les réponses. Même si les élèves connaissent le double de 5 et les compléments à 10, ils n'ont pas été capables pour certains, de trouver une stratégie en adéquation. Nous pouvons supposer que les nombres donnés ont paru complexe pour les élèves. De plus, j'ai pu observer que certains élèves qui avaient des stratégies installées, sont repassés par la bande numérique (yeux levés pendant l'exercice vers la bande numérique) pour s'aider. Pour d'autres, les réponses données ne correspondent ni à un passage au double ni à un passage du complément à 10 (Ont-ils posé la soustraction dans leur tête ?). Nous pouvons supposer que les élèves ont une surcharge cognitive avec les différents passages pour trouver la solution (au double en ajoutant ou en enlevant 1 ou au complément à 10 mais avec le passage à la dizaine

puis à la centaine). Nous pouvons également penser que les presque doubles n'ayant pas été abordés en séance diagnostique, les élèves n'ont pas été capables de modifier leur stratégie sur les compléments à 10 ou sur les doubles.

Enfin, nous pouvons observer que le premier groupe a réussi davantage que le second groupe. Certains élèves qui avaient des réponses justes aux séances précédentes n'ont pas réussi cet entraînement, ce qui validerait mes propos précédents sur le fait de trouver ou modifier une stratégie. Nous pouvons penser également que les élèves du groupe B se sont lassés de cette activité.

- La séance 6

Le premier groupe s'est entraîné sur le jeu du mistigri pendant que les autres élèves travaillaient sur l'ardoise. Les élèves ont apprécié ce jeu car ils ont pu prendre le temps de revoir les différentes notions (pas de temps fixé), de façon ludique. Ils ont pu également travailler en plus petit groupe et en autonomie sans que le professeur soit présent. Ils ont également pu s'autocorriger. Les élèves étaient détendus durant cette phase hormis une élève qui s'est « pris au jeu » et qui faisait en sorte de ne pas perdre.

Quant au second groupe, ils ont réussi l'ensemble des calculs à 57%. Dans ce chiffre, nous retrouvons l'élève qui a un souci de comportement qui a répondu à 60% en mettant des nombres au hasard. Une autre élève n'a inscrit aucune réponse sur son ardoise. Pour les autres élèves, ils ont réussi :

- 100% les calculs des nombres ronds (10, 50, 60)
- 80% les calculs des nombres finissant pas 5
- 40% les calculs des nombres « presque » double
- 70% les calculs des nombres finissant par 2 et 8

En résumé, nous pouvons remarquer que les presque doubles restent encore compliqués pour eux. C'est une notion qu'il faudra retravailler suite à la séquence. Quant aux autres résultats, ils montrent que les élèves ont progressivement consolidé leur stratégie. Nous notons également un relâchement au niveau des calculs n°9 et 10. Nous pouvons supposer que les élèves soit se lassent de cette activité soit ont une surcharge cognitive par la manipulation de différentes stratégies.

Suite à ces séances d'entraînement, j'ai essayé de recueillir oralement les impressions des élèves sur les activités. Les élèves ayant travaillé sur ardoise ont souhaité pouvoir tester le jeu de mistigri. Ils m'ont avoué avoir ressenti une lassitude.

Si j'avais eu plus de temps, j'aurais pu faire un questionnaire ou un entretien oral afin de savoir si leur stratégie avait évolué au cours des entraînements.

5.3 L'évaluation formative

5.3.1 Le choix des nombres

Afin de mesurer l'évolution des connaissances des élèves, j'ai repris le même type d'évaluation (voir annexe 4) que la séance 1, c'est-à-dire le compte est bon. Je l'ai complexifié de façon croissante, en passant de 4 à 9 calculs en utilisant des nombres requérant le passage à la dizaine et les doubles. Je n'ai mis qu'un seul calcul où les élèves avaient deux choix possibles de réponse.

Pour les trois premiers exercices, j'ai choisi des nombres « ronds ». J'ai remarqué au cours des séances d'entraînement que les élèves avaient eu plus de facilité pour ces calculs.

Pour les exercices 4 à 6, j'ai retenu des nombres dont le chiffre des unités se terminait par 5. Les élèves avaient non seulement l'occasion de manipuler le double de 5 mais également le double de 25.

Enfin, j'ai complexifié d'autant plus les trois derniers exercices en proposant des nombres dont les unités se terminaient par 2, 3, 6, 7 et 8. Hormis, les nombres 2, 3 et 6, les élèves ont plus de difficulté avec les nombres 6 et 7 que ce soit pour la table d'addition que la table de multiplicative.

5.3.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves

- Critères « calme », « stressé » et « opposant » :

Comme pour l'évaluation précédente, nous retrouvons les deux élèves stressées qui ont effectué la moitié de leurs exercices. Elles se sont tout de même mises rapidement au travail mais à la vue des 9 exercices, cela a sûrement augmenté leur stress.

- Critère « consigne » :

Dans l'ensemble, les élèves ont compris la consigne. Mais pour l'élève ayant un souci de comportement, il a encerclé les nombres puis juxtaposé ces nombres en colonne et mis un résultat sans cohérence avec le résultat. Puis pour les trois derniers, il a juste entouré les nombres. La consigne étant formulée différemment, il a peut-être été perturbé par la tournure, la mise en forme ou bien il s'est peut-être lassé de trouver la même activité. Et de façon plus large, son vécu personnel a pu influencer son travail de la journée.

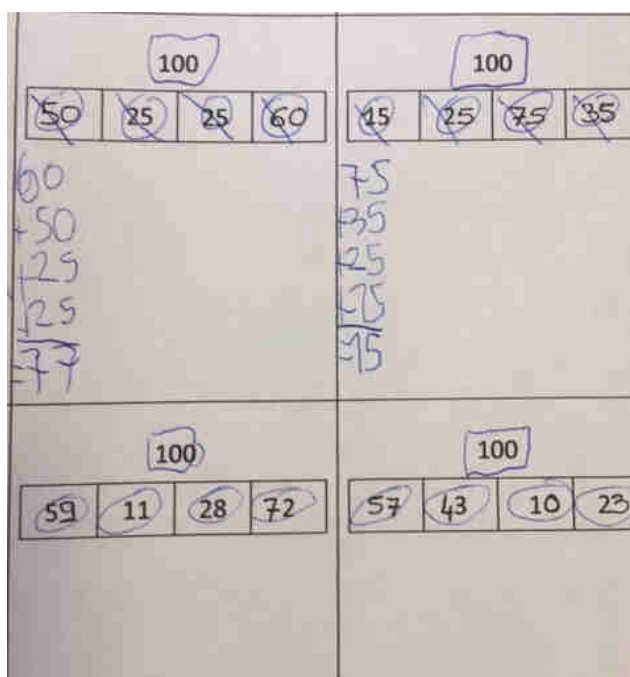


Photo n° 5: Extrait de copie de l'élève n'ayant pas compris la consigne

J'ai un autre élève qui a compris une grande partie de la consigne : il a bien pris des nombres pour faire une somme égale à 100 mais il a utilisé en plus des nombres déjà présents ou pas pour faire une soustraction. Pour deux calculs, il a remarqué que la somme faisant 110, il fallait retirer 10. Pour un autre, il fallait ôter 9.....Il a donc bien compris qu'il fallait faire 100 (ce qu'il a expliqué à l'oral lors de la mise en commun) mais n'a pas respecté le fait de prendre QUE des nombres présents.

100				100			
50	25	25	60	15	25	75	35
$60 + 50 - 10$				$75 + 35 - 10$			
100				100			
59	11	28	72	57	43	10	23
$72 + 28 + 11 - 11$				$57 + 43 + 10 - 10$			

Photo n° 6: Extrait de copie de l'élève ayant utilisé des nombres non présents

- Critère « actif », « activité », « tâche » :

Les élèves se sont tous mis au travail, une fois la consigne et l'exemple donné. Il n'y a pas eu de demande d'aide ou de copie d'élèves sur les autres. Pendant l'activité, les élèves ont été plus ou moins actifs :

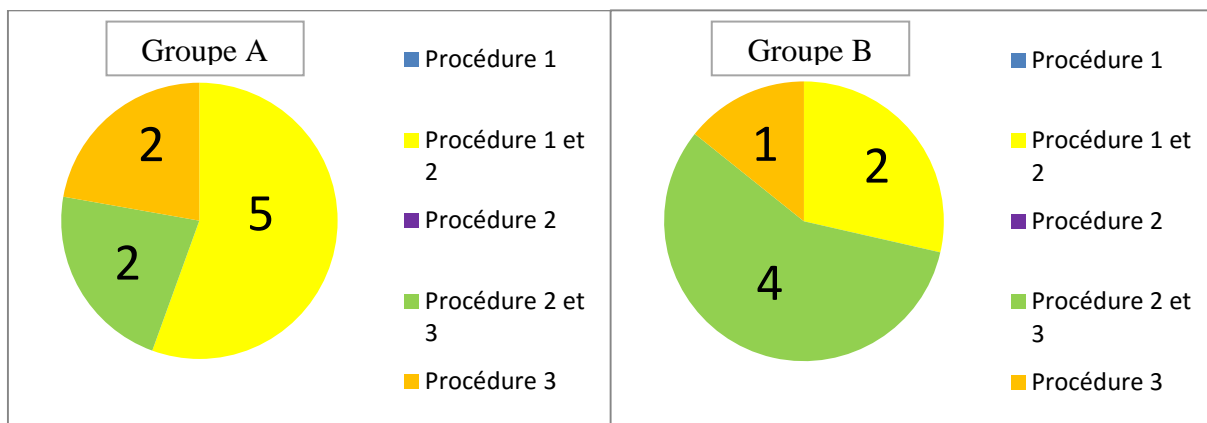
→63% des élèves ont terminé la tâche avant le temps (le premier a terminé en 4 min pour un temps moyen de 7 min)

→6% des élèves ont terminé tous les exercices dans le temps imparti (10 min)

→31% des élèves n'ont pas terminé dans le temps imparti

Pour ceux qui n'ont pas terminé, le facteur stress rentre en jeu ainsi que la surcharge cognitive (9 calculs en tout), la présentation de l'évaluation, les nombres mis en jeu.....

- Procédures utilisées :
 - Choix des procédures



Graphiques n°6 : Répartition des procédures des élèves (en nombre d'élèves)

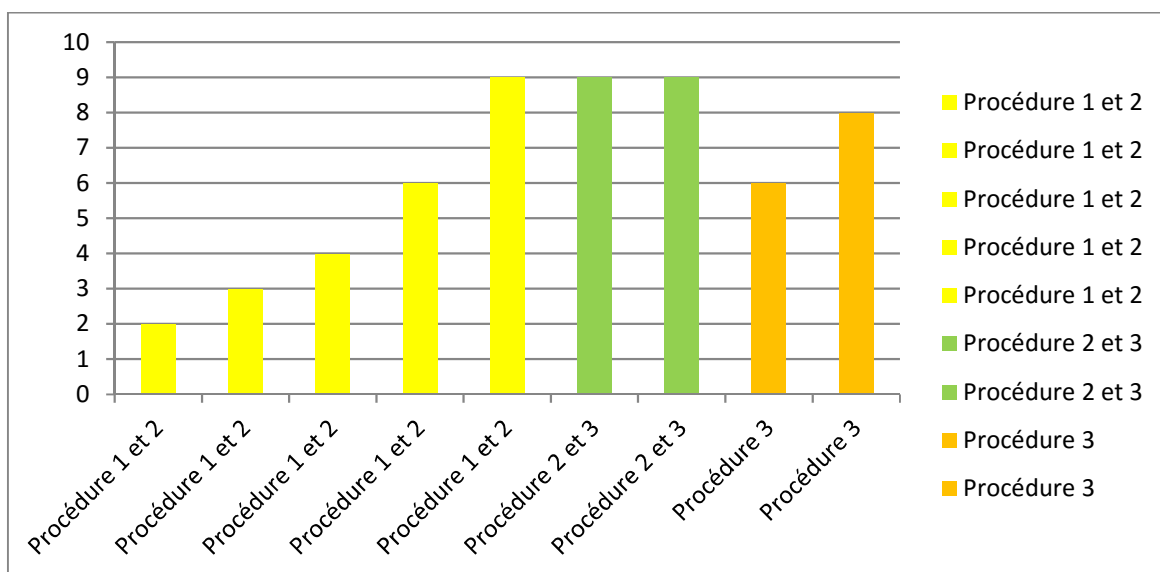
Si nous comparons les deux groupes, nous pouvons remarquer que 5 élèves ont utilisé les procédures 1 et 2 contre 2 élèves pour le deuxième groupe. Mais ce que ne montre pas le graphique, ce sont les deux absents du groupe B qui avaient utilisé cette procédure à l'évaluation précédent.

Quant à la procédure 2, nous n'avons aucun élève. Nous pouvons l'expliquer par les séances d'entraînement qui ont permis aux élèves d'expérimenter leur stratégie mais aussi par la première séance où certains élèves ont repris les stratégies des autres pour se les approprier.

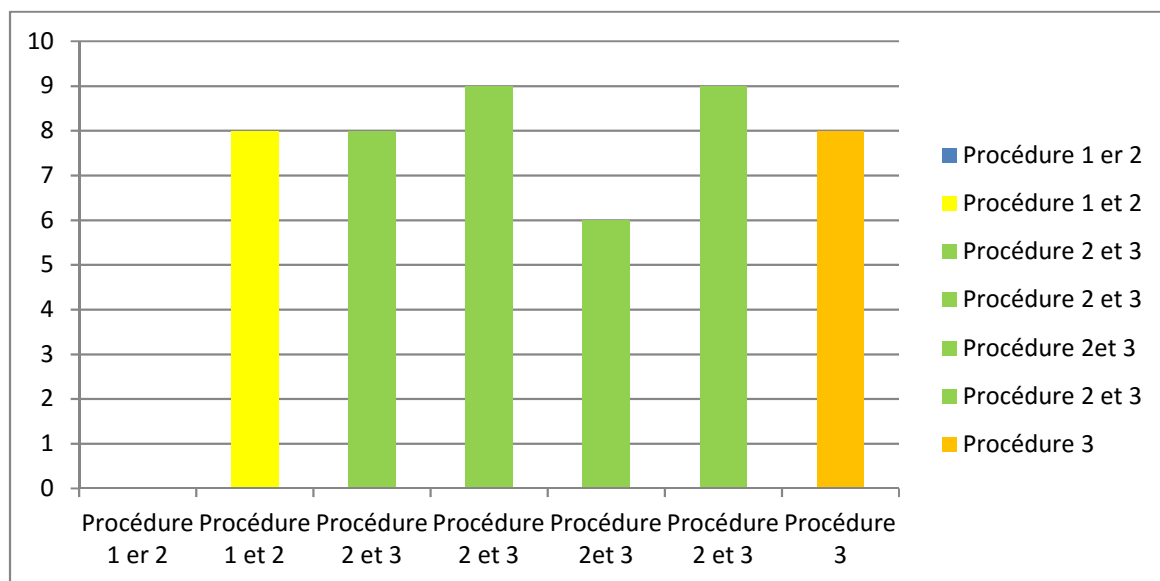
Nous comprenons mieux ainsi qu'il y ait en tous 6 élèves qui ont utilisé les procédures 2 et 3. Ils ont été capables, en effet, de s'exprimer clairement lors de la mise en commun sur les stratégies opérées surtout pour les premiers calculs.

Enfin, il y a en tout 3 élèves qui ont su calculer sans poser les calculs (juste en entourant ou en désignant des réponses). Ils ont su tiré profit des séances d'entraînement pour perfectionner leurs procédures.

– Efficacité des procédures



Graphique n° 7: Répartition des procédures des élèves du groupe A en fonction de leur réussite



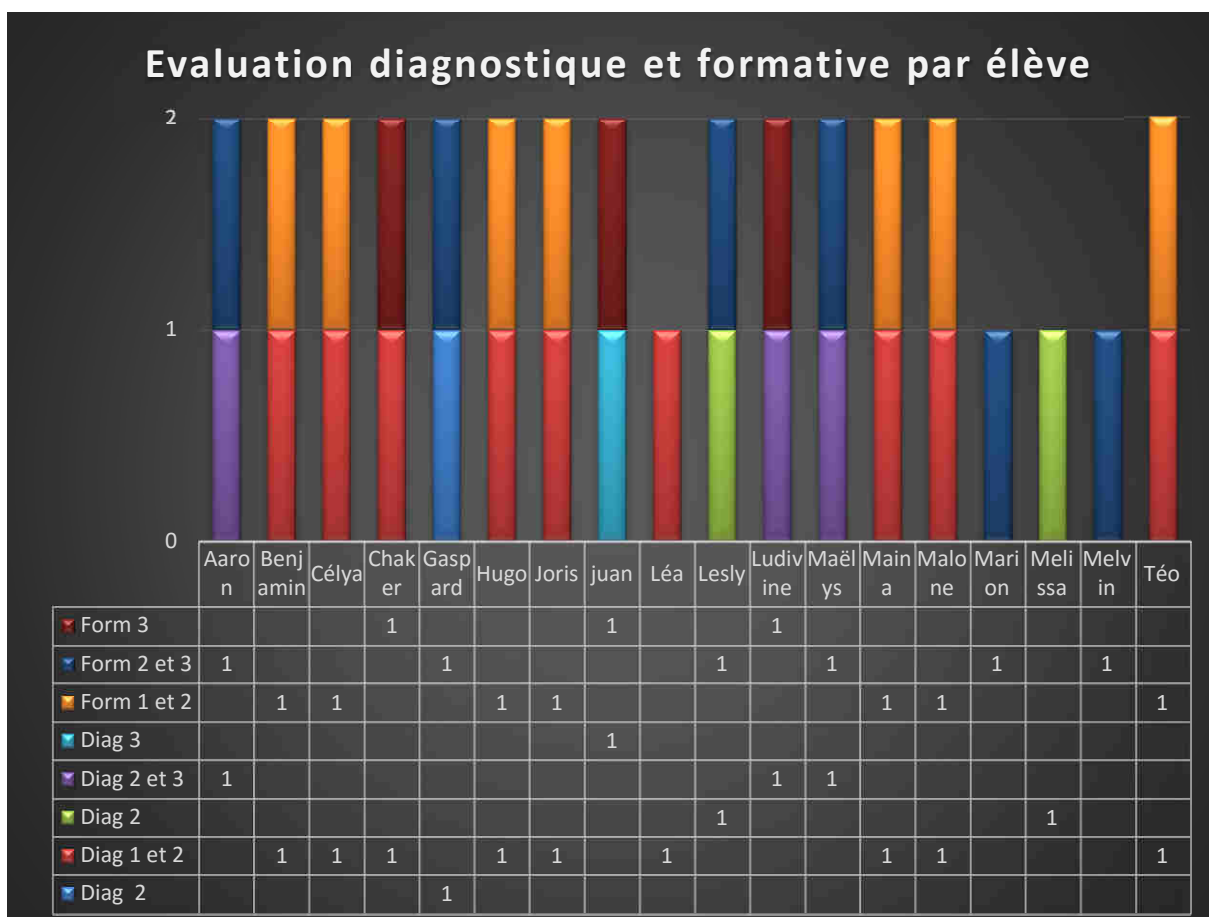
Graphique n°8 : Répartition des procédures des élèves du groupe A en fonction de leur réussite

Nous observons que les élèves ayant mieux réussi sont ceux qui ont utilisé les procédures 2 et 3. En fait, ces élèves en posant les calculs en ligne ou en colonne ont pu vérifier leur validité. Toutefois ceux qui calculent mentalement ont de très bons résultats. L'élève ayant 6 bonnes réponses a eu des difficultés sur les derniers calculs. Il a regardé indépendamment le chiffre des dizaines et des unités et il a donc oublié la retenue, lors du complément à 10 au niveau des unités. Il a donc une bonne connaissance du complément à 10 (quand les nombres sont ronds)

et une bonne connaissance du double de 5 (même si nous pouvons nous poser la question pourquoi pour ces nombres, la retenue n'est pas un obstacle ?).

Enfin, pour les procédures 1 et 2, les réussites sont variées, de 2 à 9 réponses. Le point commun de ces élèves est le temps mis pour la réalisation de la tâche qui est plus longue que celle des autres élèves (10 min en sachant que la moyenne est de 7, 5 min). Cela peut s'expliquer par la procédure qu'ils utilisent. Ils passent en effet, un temps conséquent à compter sur leurs doigts et sur la bande numérique. Lorsque le nombre est grand, il faut qu'ils arrivent à se remémorer les dizaines, compter sur leurs doigts ou se remémorer une suite numérique à partir d'un nombre. Ce qui explique une partie des résultats. Ensuite, pour certains élèves, l'évaluation même a posé problème.

– Evolution des procédures



Graphique n°9 : Comparaison des procédures des élèves lors de l'évaluation diagnostique et formative

On constate que 71 % des élèves n'ont pas modifié leurs procédures alors que 29% ont évolué, passant pour certains de la procédure 2 à 2 et 3 (je n'ai pas inclus dans ces calculs, les 2 élèves qui n'avaient passé l'évaluation diagnostique).

Si on compare maintenant l'effet des différents supports sur le groupe A, 3 élèves sur 9 ont évolué dans leurs procédures en s'appropriant les stratégies et en les mettant en œuvres lors de l'entraînement. Pour les autres élèves, et plus particulièrement les élèves des procédures 1 et 2, les différents supports ne les ont pas aidé à modifier leur processus de calcul. Ils ont pour certains une connaissance du nombre mais pas suffisante pour construire des stratégies efficaces et rassurantes.

Quant au second groupe, les résultats sont à pondérer car 2 élèves étaient absentes et 2 autres élèves n'étaient pas là à la première évaluation. Mais nous pouvons tout de même remarquer qu'un élève a fait évoluer ces processus de comptage passant de la procédure 2 à 2 et 3. Pour cette élève, il s'est réellement approprié les stratégies mises en place lors de la séance 1.

– Choix des stratégies

Concernant l'exercice 3, les élèves de la procédure 3 ont mis en place des stratégies différentes. En effet, un élève a directement fait le passage à la dizaine ($6+4$) alors que pour les deux autres, ils sont passés par les doubles ($2+2+6$). Parmi ces 2 élèves, il y a l'élève de la procédure 3 précédente qui avait utilisé le passage direct ($8+2$). Nous pouvons supposer qu'il a une connaissance de sa table de Pythagore avec le passage de $8+2$ et qu'il n'a pas encore mis en place la stratégie des « presque » doubles.

Pour les élèves des procédures 2 et 3, 4 élèves ont utilisé le passage direct à la dizaine et le reste a utilisé la méthode plus longue.

Quant aux autres élèves (procédures 1 et 2), 4 élèves ont pris les nombres $60 + 40$ alors que les autres ont choisi une stratégie plus fastidieuse de $60 + 20 + 20$.

Lors de la mise en commun, les stratégies inscrites sur l'affiche ont été les mêmes mais certains élèves ont adopté d'autres stratégies que les leurs ; ce qui explique que les résultats pour certains ont été meilleurs.

– Exemple de stratégies

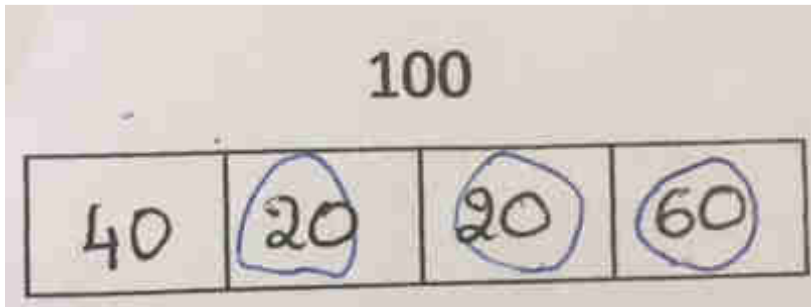


Photo n° 7: Extrait de copie de l'élève (procédure 3)

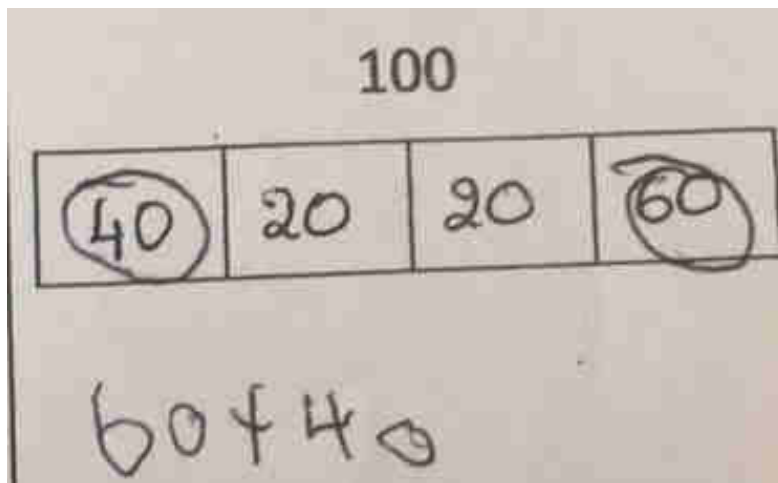


Photo n° 8: Extrait de copie de l'élève (procédure 2)

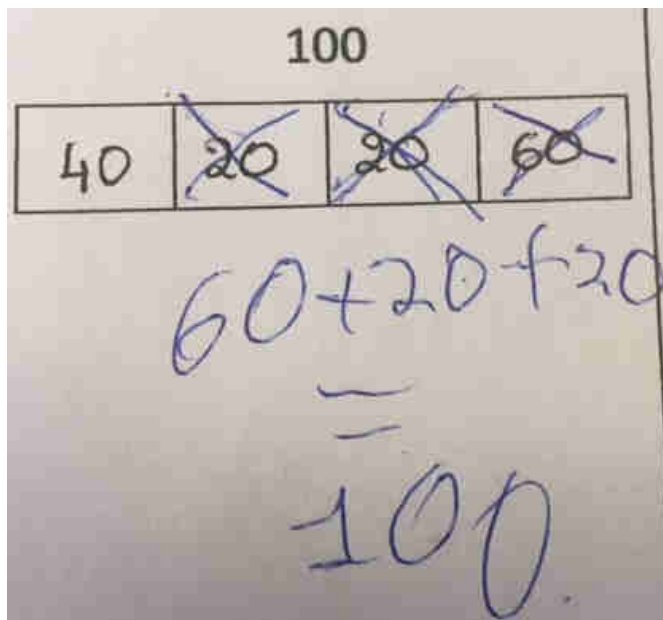


Photo n° 9: Extrait de copie de l'élève (procédure 1 et 2)

5.4 L'évaluation sommative

5.4.1 Le choix des problèmes

Pour savoir si les élèves avaient bien compris le sens du complément à 100, je leur ai donné trois petits problèmes (voir annexe 5) liés à la notion de monnaie que j'étudiais en parallèle au calcul mental.

Pour cela, pour le premier exercice, j'ai demandé aux élèves de reconstituer 1 euro avec des pièces de 1, 2, 5, 10 et 20 centimes. Avec ces nombres, les élèves avaient le choix de procéder de la manière qu'ils le souhaitaient. Les difficultés envisagées étaient la compréhension de la consigne et la notion que 1 euro est égale à 100 centimes.

Pour le second exercice, les élèves devaient additionner deux nombres, puis soustraire la somme à 100. Les deux nombres donnés étaient 11 et 44. J'ai choisi ces nombres car les élèves avaient globalement bien réussi les nombres se finissant pas 5.

Enfin, le dernier problème, un peu plus complexe avec cette fois-ci 3 données : le prix de deux articles et la monnaie rendu sur 100 euros. J'ai pris des nombres volontairement plus complexe (32, 31, 13) pour observer les stratégies que les élèves pouvaient mettre en place.

5.4.2 Résultats des écrits et du comportement des élèves

- Critères « calme », « stressé » et « opposant » :

Au cours de cette séance, j'ai eu trois élèves « opposants ». En effet, les différents problèmes les ont bloqués et ils m'ont rendu copie blanche. Ensuite, une élève a ressenti un stress important face à cette évaluation mais a essayé de répondre au moins à un problème. Puis, il y a eu 4 élèves avec un stress modéré qui ont cherché les différents problèmes tout en s'agitant sur leur chaise ou en s'exprimant sur la difficulté des exercices.

- Critère « consigne » :

Concernant la première consigne, elle a été comprise pour la plupart des élèves. Ils n'ont pas forcément tous trouvé la réponse.

Quant au deuxième exercice, la consigne a été comprise à 50 %. Nous pouvons supposer que c'est l'ensemble des données qui a perturbé les élèves ou les images ou qu'ils n'ont pas compris le sens des opérations à utiliser dans ce problème.

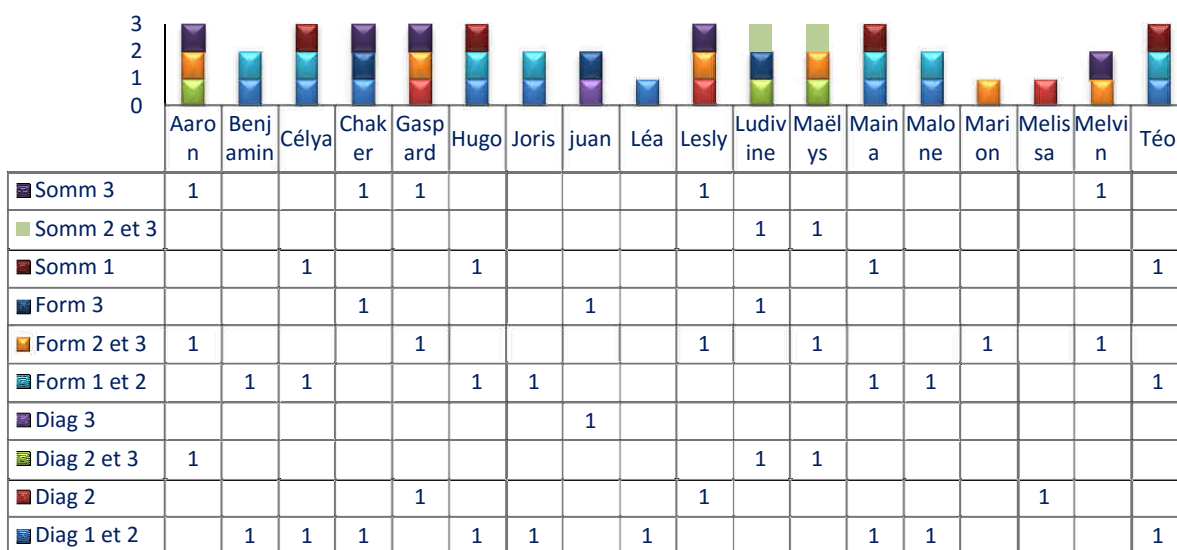
Enfin pour le dernier exercice, trois élèves ont compris une partie de la consigne mais pas la partie « on lui rend 13 euros ». Nous pouvons penser que les élèves n'ont pas compris le sens du problème, que les données étaient peut-être nombreuses ou encore que la mise en page n'a pas permis aux élèves de dissocier le deuxième problème du troisième.

- Critère « actif », « activité », « tâche » :

Durant cette évaluation, 5 élèves ont vraiment été actifs et ont rendu leur copie avant le temps imparti. Pour les autres, ils ont eu une réelle difficulté à déchiffrer les trois problèmes et ils ont rendu leur copie partiellement faite.

- Procédures utilisées :
 - Evolution des procédures

Evaluation diagnostique, formative et sommative par élève



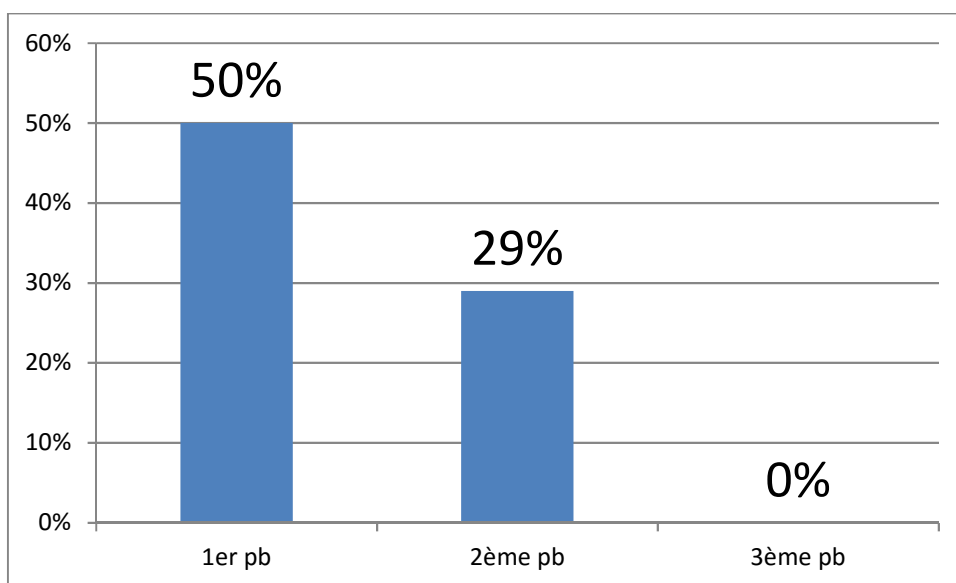
Graphique n°10 : Evolution des procédures

Nous observons que les élèves, ayant utilisé les procédures 1 et 2, sont repassés par des calculs plus rassurants (procédure 1). L'intitulé de chacun de ces problèmes les a sûrement perturbés tant au niveau de la compréhension écrite que du sens du problème et de la mise en relation entre le complément à 100 et des problèmes de la vie quotidienne.

Par contre, pour ceux utilisant les procédures 2 et 3, ils ont évolué vers une procédure plus complexe (procédure 3) hormis une élève qui a continué à poser le calcul en ligne. Pour ces élèves, nous pouvons supposer que la séquence sur le complément les a aidés à donner du sens pour une partie des problèmes.

Comme précédemment dit, les supports d'entraînement n'ont pas eu d'influence sur les procédures et stratégies des groupes. Chaque élève les a fait évoluer personnellement. Seuls les élèves utilisant des procédures rassurantes les ont conservés. Ces élèves ont encore des difficultés sur la construction du nombre qui ne peut être résolue que par des supports variés.

– Réussite des élèves



Graphique 11: Réussite des élèves en fonction des problèmes (en pourcentage)

Nous constatons que pour l'ensemble des élèves, les problèmes ont posé des difficultés. Cela peut s'expliquer par plusieurs paramètres. Tout d'abord, le choix des problèmes n'a sûrement pas été pertinent ; il aurait fallu peut être poser des questions intermédiaires pour orienter les élèves sans pour autant leur donner la réponse. De plus, l'intitulé et la formulation des problèmes notamment au premier exercice les a déstabilisés; ce dernier a laissé le choix aux élèves de trouver la réponse, chose qu'ils ont peu rencontré durant l'année. D'autre part, les données même ont pu les perturber (1^{er} problème : 6 données). De même, la mise en page de

la fiche est peut-être à remettre en cause ; Il aurait fallu espacer les problèmes et peut être mettre le dernier problème au dos de la feuille pour que les élèves distinguent bien le 2^{ème} du 3^{ème}.

Suite à cette séance, il y a eu une séance de remédiation qui a permis de décortiquer les problèmes. De plus, j'ai rajouté des séances sur la notion de la monnaie en faisant des groupes de niveau dans lesquelles étaient les élèves des procédures 1 et 2.

6. Discussion réflexive sur les résultats

Les résultats semblent montrer que la variété des supports n'a pas influencé les procédures ni aider les élèves les plus en difficulté. Quelles conclusions pouvons-nous faire en sachant que certains élèves ont modifié leur procédure ?

Comme le préconise, Claire Lethielleux, la méthodologie (séance diagnostique, entraînement et évaluation) a permis aux élèves de partager leur stratégie de calcul avec les autres. Le choix des supports est également très important. Même si le jeu de la boîte noire, de la fiche écrite et le jeu du mistigri ont bien fonctionné, certains n'ont pas été adaptés pour les élèves en difficulté comme le jeu du furet ou l'ardoise qui demande une certaine rapidité. Certains élèves ont en effet, été stressés. Comme dit, Jean-Pierre Abgrall, l'état émotionnel influe sur les capacités mentales. Il aurait donc fallu que je choisisse des supports où le temps n'est pas une contrainte même si le calcul mental est synonyme de rapidité.

D'autre part, nous avons vu que les évaluations avaient été réussies pas les élèves utilisant les procédures 2 et 3 et la procédure 3. Nous pouvons penser que le support n'était pas adapté aux autres élèves. En effet, selon Antoine de la Garanderie, les enfants créaient des images mentales à partir de leur sens. Or, comme la fiche d'entraînement et les premiers calculs de l'évaluation ont plutôt été réussis, ce paramètre été plutôt à exclure. Alors comment peut-on expliquer ces résultats ?

Parmi les choix des nombres lors des séances d'entraînement, nous avons pu observer que les élèves en difficulté quel que soit le support, avaient réussi les exercices pour les nombres se terminant par 0. Nous concluons que les élèves maîtrisent les compléments à 10 mais ils ont une lacune pour les notions de doubles. Ils ont également des difficultés à se représenter les nombres notamment lors du passage à la dizaine. Les élèves les plus experts vont prendre une stratégie plus longue ($85 + 10 + 5$) et plus coûteuse.

Rémy Brissiaud appelle cela la conceptualisation, c'est-à-dire la capacité à l'élève de recomposer et de décomposer un nombre en fonction du contexte donc d'avoir différentes stratégies. Selon lui, le procédé de la Martinière n'est efficace si et seulement, l'élève est capable de s'exprimer sur sa manière de calculer. Pour cela, le professeur des écoles ne doit pas faire apprendre la table de pythagore de façon automatique mais il doit apprendre à l'élève à la reconstruire au fur et à mesure et ainsi lui enseigner des premières stratégies (ex : $5+x$).

Denis Butlen rejoint Rémi Brissiaud sur la nécessité pour l'élève d'avoir suffisamment de connaissances numériques pour construire les techniques opérationnelles et développer des procédures de calcul mental adapté. Toutefois, l'explication seule de ces dernières n'est pas suffisante pour les élèves en difficulté qui ont besoin de manipuler davantage les décompositions des nombres. Les travaux de Perrin-Glorian avaient mis d'ailleurs en évidence des caractéristiques d'élèves en difficultés notamment un manque de fiabilité des connaissances, un manque de capitalisation, des difficultés de point de vue ou encore des soucis à s'exprimer lors de la mise en commun.

Ainsi pour ces élèves, la différenciation est essentielle pour revoir les bases de la numération. Il faudrait également faire des groupes de niveau pour le calcul mental et travailler en APC avec les élèves en difficultés.

Conclusion

Les différentes enquêtes, menées par l'OCDE ont montré que les élèves français avait encore des difficultés en mathématiques. En effet, ils ont une connaissance insuffisance du système numérique qui les empêche de donner du sens à ce qu'ils font. C'est pourquoi, les nouveaux programmes 2015 donnent davantage de place au calcul mental qui a pour but de mieux conceptualiser les nombres. De multiples chercheurs ont travaillé sur ce sujet et préconise une bonne méthodologie avec une pratique journalière afin d'automatiser et de partager des stratégies entre élèves. J'ai ainsi recherché personnellement l'influence des supports sur les élèves au cours d'une séquence qui a eu lieu en janvier.

Suite aux résultats, les supports n'ont pas aidés les élèves à développer des stratégies surtout pour les élèves en difficulté. C'est la connaissance du système numérique qui a permis à certain de développer leur stratégie de base. De plus, l'état émotionnel des élèves face à cette discipline a un impact important tant sur la connaissance numérique que sur la mémoire.

La démarche que j'ai menée est perfectible. En effet, je n'ai pas suffisamment réfléchi en aval sur les difficultés des élèves. Le choix des supports pour certains n'étaient pas assez pertinents. Ensuite, le sujet de la séquence (le complément à 100) était peut-être trop compliqué pour eux et j'aurai dû travailler sur le passage à la dizaine sur de plus petits nombres. Enfin, je n'ai pas eu le temps de questionner les élèves sur leur ressenti ; ce qui aurait pu me conforter dans ma conclusion.

D'un point de vue professionnel, ce mémoire m'a permis de comprendre que le calcul mental était une discipline à part entière et que cela demandait une programmation comme toute autre discipline avec une méthodologie spécifique.

Personnellement, il m'a permis de redécouvrir des stratégies que j'avais oubliées et de me réconcilier avec lui.

Bibliographie

Abgrall,JP (2012) *Stimuler la mémoire et la motivation des élèves*, ESF editeur

Bolsius, C. (2011) *Fort en calcul*. Metz : CNDP de Lorraine.

Butlen, D. (2007) *Le calcul mental entre sens et technique*. France, Presses universitaires de Franche-Comté, (en cours de lecture)

Boule, F. (2012) *Le calcul mental au quotidien*, CRDP de Bourgogne

Chapman,C. - Vagle,N. (2012) *Motiver ses élèves-25 stratégies pour susciter l'engagement-*Canada-Chenelière Education

Denis,M. (1979) *Les images mentales*,Puf

Lethielleux, C. (2000) *Le calcul mental au cycle des apprentissages fondamentaux*, Armand Colin

Henaff,C-Henaff,Ch-Millery,P-Peynanie,S. (2016).*Calcul Mental: Acquérir et mémoriser des stratégies*. Retz

Manuels scolaires

J'apprends les maths (2016). CE2. Retz

Euromaths (2010). CE2. Hatier

Les programmes :

- Le socle Commun des connaissances, des compétences et de culture- (BO N°17 du 2 avril 2015)
- Le programme de cycle 2 (B0 du 26 novembre 2015)
- Le document d'accompagnement du programme de 2002-Le calcul Mental

Sitographies

Roulois. P. Introduction aux images mentales

<https://neuropedagogie.com/images-mentales/introduction-aux-images-mentales.html>

Moussy. B Antoine de la Garanderie

<http://silapedagogie.weebly.com/antoine-de-la-garanderie.html>

Annexes

Annexe 1 : Fiche de l'évaluation diagnostique	page 1
Annexe 2 : Fiche de suivi du comportement	page 2
Annexe 3 : Fiche d'exercice avec la fiche de suivi des résultats	page 3
Annexe 4 : Fiche de l'évaluation formative	page 4
Annexe 5 : Fiche de l'évaluation sommative	page 5

Le compte est bon Junior

Prénom :

Date :/...../.....

Utilise 1 ou plusieurs additions pour constituer le nombre 100.
Tu n'es pas obligé d'utiliser tous les nombres mais chaque
nombre n'est utilisable qu'une fois.
Ecris tes calculs sur les lignes.

100

5

85

10

15

100

20

60

80

2



100

14

42

56

44

100

12

12

76

1



Annexe 2

Nom de l'élève			
L'élève est calme	Oui/Non		
L'élève est stressé	Stress modéré	Stress important	
	O/N	O/N	
L'élève est opposant	O/N		
L'élève est actif/Passif	Très Actif	Actif modéré	Passif
	O/N	O/N	O/N
Procédure 1	Yeux	doigts	Les deux
	O/N	O/N	O/N
Procédure 2	Ecrit le début du calcul (a+b)		Ecrit en ligne et calcule (a+b=c)
	O/N		O/N
Procédure 2 bis	Pose le début du calcul (a +b)		pose en colonne et calcule
	O/N		O/N
Procédure 3	Répond vite et donne sa procédure experte		
	O/N		

Nom de l'élève			
L'élève est calme	Oui/Non		
L'élève est stressé	Stress modéré	Stress important	
	O/N	O/N	
L'élève est opposant	O/N		
L'élève est actif/Passif	Très Actif	Actif modéré	Passif
	O/N	O/N	O/N
Procédure 1	Yeux	doigts	Les deux
	O/N	O/N	O/N
Procédure 2	Ecrit le début du calcul (a+b)		Ecrit en ligne et calcule (a+b=c)
	O/N		O/N
Procédure 2 bis	Pose le début du calcul (a +b)		pose en colonne et calcule
	O/N		O/N
Procédure 3	Répond vite et donne sa procédure experte		
	O/N		

Suivi de la consigne	total	partiel	néant		
	O / N	O / N	O / N		
Engagement de la tâche	Début de suite	Ne fait rien	Mets du tps	copie	Aide
	O / N	O / N	O / N	O / N	O / N
Réalisation de la tâche	A fini la tâche avant	A fini à tps	Tps OK ms tache à 50%		Néant
	O/N	O / N	O / N		O / N
Restitution de la procédure	Exprime 100%	Exprime ~	Ne s'exprime pas		
	O/N	O/N	O/N		

Suivi de la consigne	total	partiel	néant		
	O / N	O / N	O / N		
Engagement de la tâche	Début de suite	Ne fait rien	Mets du tps	copie	Aide
	O / N	O / N	O / N	O / N	O / N
Réalisation de la tâche	A fini la tâche avant	A fini à tps	Tps OK ms tache à 50%		Néant
	O/N	O / N	O / N		O / N
Restitution de la procédure	Exprime 100%	Exprime ~	Ne s'exprime pas		
	O/N	O/N	O/N		

Calcul Mental : Complément à 100

Complète pour aller à 100 :

10 + = 100	20 + = 100
30 + = 100	50 + = 100
60 + = 100	70 + = 100
90 + = 100	40 + = 100
0 + = 100	80 + = 100

fiche d'exercice (séance 3)

Nb de Calculs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prénoms										
L.	x	x			70	x	20	95	x	x
M.										
M.										
M.										
T.	70	x	60							
J.										
M.			60		30		20	x		
B.		90	60				59	150	89	
G.										

① 10 +	= 100	fiche de suivi pour toutes les séances
② 30 +	= 100	
③ 50 +	= 100	
④ 70 +	= 100	
⑤ 20 +	= 100	
⑥ 90 +	= 100	
⑦ 80 +	= 100	

Prénom : _____

Date : _____

Le compte est bon

Compétence : Savoir calculer mentalement les compléments à 100

Consigne : Additionne mentalement 2 ou 3 ou 4 nombres ensemble afin que le résultat soit égal à 100.

100	100	100
40 40 20 0	50 50 20 0	40 20 20 20
100	100	100
20 20 20 40	30 20 20 30	30 20 20 30
100	100	100
10 20 30 40	20 10 20 50	20 20 10 50

Universités de Rouen

ESPE-Académie de Rouen

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

Mention 1-Année 2016-2017

Hainigue Jennifer

Comment aider les élèves à automatiser les stratégies de calcul mental

Directeur de mémoire : Monsieur Richard Wittorski

Mots clés : Calcul mental, automatisation, mémoire, image mentale

Le calcul mental est une discipline longtemps présente dans les programmes mais qui a pris toute son importance ces dernières années. L'institution recommande ainsi un apprentissage quotidien avec une explication des stratégies. Toutefois, cela ne suffit pas puisque certains élèves ont des difficultés (mémorisations, absence de stratégies...). La principale hypothèse émise est que la variété du support permettrait d'automatiser les stratégies.

Divers auteurs ont défini et ont donné des recommandations sur le calcul mental comme Claire Lethielleux et François Boule. Quant à Denis Butlen, il s'est intéressé à l'automatisation et aux stratégies mises en place par les élèves. Jean-Philippe Abgrall, quant à lui, a étudié l'importance de la mémorisation notamment avec la nécessité de répétition. Et enfin Michel Denis et Antoine de la Garanderie estime que l'image mentale pourrait interférer au moment du calcul mental.

J'ai souhaité vérifier mon hypothèse dans ma propre classe, divisée en deux, en programmant sur 15 jours une séquence. Le premier groupe a pu tester différents supports alors que le second groupe a travaillé uniquement sur l'ardoise.

Suite aux différentes séances, mon hypothèse ne s'est pas vérifiée. En effet, les résultats ont montrés que les élèves avaient des difficultés en numération et étaient assez émotifs lors de ces séances. Les supports n'étaient pas assez adaptés non plus.