



HAL
open science

Comment l'utilisation des TICE peut-elle aider les élèves à faire évoluer leurs procédures en calcul mental ?

Rémi Debray

► **To cite this version:**

Rémi Debray. Comment l'utilisation des TICE peut-elle aider les élèves à faire évoluer leurs procédures en calcul mental ?. Education. 2022. dumas-03813317

HAL Id: dumas-03813317

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03813317v1>

Submitted on 13 Oct 2022

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.

MASTER 2 MEEF

Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation

Mention **Premier degré**

Année universitaire 2021 - 2022

**DOSSIER UE C2
SEMESTRE 4
SESSION 1**

Prénom et Nom de l'étudiant : Rémi Debray

Site de formation : Arras

Section : 1

Nom de l'enseignant : Madame Chenevotot

Table des matières

Introduction.....	4
I)Partie théorique.....	5
i. Etat de l'art.....	5
1.Le calcul mental.....	6
2.Les TICE pour apprendre des mathématiques.....	9
3.Les programmes scolaires.....	10
a) Sur le calcul mental.....	10
b) Sur les TICE.....	12
ii. Problématique et hypothèses.....	13
II) Partie pratique.....	14
1.1Participants.....	14
1.2 Matériel.....	14
2.Présentation de Mathador.....	14
2.1 Pourquoi Mathador ?.....	15
2.2Les différents modes :.....	15
2.2.1Le mode Chrono.....	15
2.2.2 Le mode Solo.....	17
2.2.3 Le mode Concours.....	18
3.Séquence expérimentale :.....	18
4.Méthodologie de recueil des données.....	18
4.1) Hypothèse 1 :.....	18
4.2) Hypothèse 2 :.....	20
a) Répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe.....	20
b) Répartition des opérateurs pour les trois élèves étudiés.....	21
c) Procédures des trois élèves étudiés.....	21
5.Traitement des données.....	21
5.1Hypothèse 1 :.....	21
a) Le questionnaire pour tous les élèves.....	22
b) La grille d'observation pour les trois élèves.....	22
5.2Hypothèse 2 :.....	22
a) Répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe.....	22
b) Répartition des opérateurs pour les trois élèves étudiés.....	22

c) Procédures des trois élèves étudiés	22
d) Analyse a priori des procédures possibles	23
6. Analyse des données	25
6.1 Hypothèse 1 :	25
a) Questionnaire pour tous les élèves.....	25
b) Grille d'observation pour 3 élèves.....	27
6.2 Hypothèse 2 :	30
a) Répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe	30
b) Répartition des opérateurs pour les trois élèves étudiés	31
c) Procédures des trois élèves étudiés	34
7. Résultats	38
7.1 Hypothèse 1.....	38
7.2 Hypothèse 2.....	38
Conclusion	39
Sitographie :	42
Bibliographie :	42
Résumé.....	44
Abstract	44

Introduction

Ces quelques lignes me sont offertes pour exposer le thème étudié. C'est la raison pour laquelle, seront exposées, dans cette première partie, les raisons qui m'ont conduit à le choisir. Seront également abordées les diverses interrogations qui me sont apparues préalablement à la réalisation de plusieurs périodes de stage, lesquelles ont été effectuées au sein de différents cycles. Parallèlement, ces mêmes questions seront traitées à la suite des situations d'apprentissage et de discussions que j'ai pu avoir avec les maîtres d'accueil temporaire au sein des classes dans lesquelles je fus affecté.

J'ai décidé de travailler sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE) et leurs apports dans l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire et notamment, dans l'apprentissage du calcul mental. Le calcul mental est une modalité de calcul sans recours à l'écrit si ce n'est, éventuellement, pour l'énoncé proposé par l'enseignant et la réponse fournie par l'élève. Il n'est pas exclu non plus que la correction, elle, soit écrite pour être discutée de façon collective. Durant mon cursus scolaire, les TICE m'ont toujours paru très intéressantes, qu'il s'agisse de l'enseignement des mathématiques ou d'autres disciplines. En ce qui concerne les mathématiques, dans mon passé d'élève, l'utilisation d'outils numériques comme « Math En poche » ou l'utilisation de la calculatrice ont permis de me familiariser et développer des automatismes avec cette technologie et particulièrement en calcul mental. L'intérêt que je porte pour les TICE ne cesse de croître. En effet, elles sont très importantes à l'aune des nouvelles technologies toujours plus novatrices les unes que les autres. Il est alors de plus en plus nécessaire de les intégrer dans une classe et in fine dans les séquences pédagogiques données aux élèves par l'enseignant. L'utilisation des TICE en mathématiques à l'école primaire doit littéralement fournir une aide aux élèves pour acquérir des compétences mathématiques.

Evoquons dès à présent les situations auxquelles j'ai dû me confronter au cours des différentes périodes de stage. L'un fut réalisé en cycle 2, dans une classe de CP, la classe comprenait 15 élèves, avec à disposition 5 tablettes numériques. La classe avait été choisie pour tester une application mathématique en cours de développement qui se nomme « MATH IA » (<https://mathia.education/>) laquelle permet de suivre les progrès des élèves et de construire des parcours individualisés. Les résultats et traces de ceux-ci sont alors agrégés en temps réel par l'intelligence artificielle (IA) et cela permet d'avoir un visuel complet et synthétique de la progression de chacun, d'analyser les tendances

des acquis et les difficultés dans la classe, d'être éclairé dans les choix de différenciation et de constituer des groupes d'élèves. C'est un petit personnage attachant qui apprend à connaître chaque élève tout au long de l'année scolaire. MATH IA est un assistant didactique intelligent qui a vocation à rendre l'élève acteur d'un jeu éducatif dont il est le protagoniste, y compris lorsqu'il résout des exercices et des énigmes avec ses camarades. Les élèves profitent d'une expérience innovante et engageante, mêlant assistant vocal et outils de visualisation en 3D, favorisant notamment la représentation spatiale dans le cadre de la géométrie et la représentation imagée ou symbolique dans les exercices de dénombrement.

En ce qui concerne le stage aux côtés des élèves de CM2, en cycle 3, aucun outil informatique n'avait été mis à la disposition de l'enseignante. Il était alors impossible d'explorer les avantages et intérêts de l'utilisation de TICE, lors d'une séance de calcul mental. De ce fait, celle-ci fut uniquement réalisée sur une ardoise. Les règles du jeu étaient simples : l'enseignante annonçait un calcul, les élèves notaient la réponse sur l'ardoise et à son signal, la levaient afin de lui montrer leurs réponses.

Préalablement à ces périodes de stages, je me suis posé diverses questions sur l'utilisation intelligente et pertinente des TICE dans une classe de primaire. L'une des premières questions fut alors : comment intégrer l'utilisation des TICE dans l'apprentissage du calcul mental dans des classes de primaire ? Tout au long de ces expériences professionnelles, d'autres interrogations sont apparues telles : comment les TICE peuvent-elles permettre la différenciation entre les élèves ? En quoi l'utilisation intelligente et pertinente des TICE peut-elle aider les élèves de primaire dans la compréhension du calcul mental ? Comment les TICE peuvent-elles aider ceux ayant des difficultés, tout aussi diverses soient-elles en mathématiques et notamment en calcul mental ?

1) Partie théorique

Nous commencerons ce mémoire par certains préalables théoriques nécessaires à la compréhension de notre étude.

i. Etat de l'art

Afin de répondre aux diverses questions précédentes, je me suis intéressé à divers articles de recherche. L'un concernant le calcul mental, l'autre les TICE.

1. Le calcul mental

Butlen et Charles-Pézard (2007) présentent des résultats concernant le processus de conceptualisation de certaines notions mathématiques portant sur l'enseignement du calcul mental. Ils évoquent d'abord le paradoxe de l'automatisme présent en calcul mental qui est une source de difficultés pour les élèves pour donner ensuite des exemples d'activités afin d'y remédier. Ces dernières ont pour objectif la mise en place des techniques de calcul mental qui serviront à en élaborer d'autres plus complexes. Enfin, ils montrent en quoi les élèves peinent à utiliser ces techniques plus complexes lors d'activité en calcul mental.

Concernant les procédures des élèves en calcul mental, on constate que celles-ci sont souvent des procédures de calculs automatisés ou des algorithmes écrits. Il semblerait que les techniques opératoires écrites des différentes opérations connues des élèves qui sont l'addition, la soustraction, la multiplication ou encore la division entreraient en conflit avec les procédures que les élèves utilisent en calcul mental.

Les élèves qui font du calcul mental depuis le cycle 2 connaissent et peuvent utiliser un certain nombre de procédures en calcul mental : la décomposition additive mais également la commutativité, l'associativité de l'addition et la distributivité de la multiplication par rapport à l'addition.

On constate que les élèves préfèrent utiliser des procédures, qu'ils pensent comme plus sûres plutôt que des procédures plus efficaces et rapides. Dans cet article, il était aussi cité un autre résultat de recherche (Fischer, 1987-1988 ; Resnick, 1983) qui indique qu'en fin de cycle 2 les élèves ont des difficultés à effectuer des calculs simples mais qui nécessitent un passage à la dizaine. On constate que cela révèle un manque de procédures automatisées qui peut être dû à un manque de pratique, pouvant être lié à un problème d'adaptabilité de la part des élèves ainsi qu'un manque de faits numériques mémorisés.

Pour ce qui est des élèves en difficulté, le plus souvent, les difficultés en mathématiques impliquent celles en calcul mental. Ces élèves ont plus de soucis à mobiliser des procédures adaptées aux calculs proposés. Ces recherches sur le calcul mental pourraient alors dévoiler un problème d'adaptation dû aux procédures automatisées mais dans le même temps un problème de performance causé par le manque de celles-ci. Les chercheurs indiquent, en prime, que ces difficultés sont dues à

un manque de connaissance sur les nombres, les opérations et leurs propriétés. L'apprentissage et la maîtrise de calculs sûrs prennent le pas sur les autres procédures comme si elles étaient effacées. Il est alors nécessaire d'avoir un entraînement régulier et spécifique pour permettre aux élèves de mobiliser des procédures plus efficaces. Ce paradoxe peut être résumé : « trop peu d'automatismes (au sens de trop peu de procédures automatisées) peut renforcer l'automatisme (au sens du comportement automatisé) : davantage d'automatismes peut permettre d'échapper à l'automatisme. Pour dépasser ce paradoxe, il faut donc augmenter les performances des élèves en enrichissant leurs connaissances numériques en installant une pratique régulière du calcul mental. En ce sens, les élèves progresseront en calcul mental car cela leur permettra de connaître de nouvelles propriétés des nombres et des opérations. Ils pourront donc aussi avoir de nouvelles connaissances et devenir meilleurs pour appréhender de nouveaux calculs en mobilisant les différentes procédures qu'ils auront automatisées. C'est pour cela également qu'il apparaît nécessaire d'installer des temps courts d'activités de calcul mental chaque jour doublés d'une séance plus longue par semaine pour comparer et expliciter les procédures.

Afin de pallier aux difficultés rencontrées par certains élèves, il est nécessaire d'apporter des aides complémentaires. En effet, des élèves ont du mal à comprendre les enjeux des situations d'enseignement et donc ils n'y voient pas vraiment d'intérêt. De ce fait, les procédures sont donc égales et se valent toutes. Leurs connaissances étant insuffisantes sur les nombres et leurs propriétés, des élèves utilisent des procédures qui ne sont pas adaptées. Ils ne fréquentent pas assez de décompositions additives des nombres et donc leurs connaissances stagnent et ils restent dans les automatismes, ils ne mobilisent donc pas les procédures les plus adéquates. Cela va donc renforcer encore plus les différences de performances et de connaissances entre les élèves.

Comme nous avons pu le voir dans l'article de Butlen & Charles-Pezard (2007), c'est le manque d'automatismes qui peut poser problème et c'est pertinemment ici que l'utilisation de Mathador peut-être intéressante. En effet, cela va permettre aux élèves de devenir plus rapides dans la réalisation des calculs mentaux, mais aussi de développer des automatismes c'est ce qui pose problème aux élèves qui en manquent et c'est en cela que l'utilisation des TICE comme ici par exemple l'application Mathador peut être très pertinente avec les élèves. La mémorisation d'opérations complexes va permettre également de développer de nouvelles stratégies chez les élèves en ce qui concerne les opérations de plus en plus complexes. Ce que nous appelons opérations complexes peut être apparenté à du calcul réfléchi sur des calculs du type 13×39 , les élèves en développant de nouvelles

stratégies du type $13 \times 39 = (10 \times 39) + (3 \times 39) = 390 + 117 = 507$, auront plus de facilité à résoudre les calculs futurs. Les élèves prendront plus de plaisir à manipuler les nombres et à utiliser les opérations. Le manque de connaissances sur les nombres et sur leurs propriétés va grâce à l'utilisation de cet outil permettre aux élèves de se familiariser avec ces derniers. Les animations de courtes séances de calcul mental en classe entière ou en petits groupes vont pouvoir permettre de fixer ces différentes stratégies possibles. En effet comme souligné dans l'article précédent de Butlen & Charles-Pezard (2007), les phases d'institutionnalisation en groupe classe permettent pour les élèves et en particulier pour ceux qui présentent des difficultés de mieux comprendre les propriétés des nombres, des opérations mais aussi de développer des automatismes en abordant les diverses stratégies qui peuvent être mises en place en calcul mental. Ici, nous décidons de nous pencher seulement sur le développement de l'application Mathador, mais bon nombre de TICE pour aider les élèves en difficulté en calcul mental existent. On peut citer MATH IA comme vu dans la présentation du sujet de ce projet de mémoire mais aussi d'autres comme Trio qui est un jeu qui permet aux élèves de réviser ses tables de multiplication tout en s'exerçant au calcul mental donc son utilisation en classe peut être très pertinente pour apprendre la décomposition des nombres ainsi que leurs propriétés et les opérations. Le site Calcul@tice est aussi un bon moyen pour faire travailler et progresser les élèves en calcul mental, en effet disponible pour des élèves du cycle 2 au cycle 3, il est très intéressant pour faire acquérir des mécanismes de calcul mental aux élèves. Le calcul mental permet comme l'ont montré la plupart des pédagogues, de participer à la formation logique et algorithmique des jeunes enfants, à leur aptitude à mémoriser et à la structuration de leur pensée et à leur éducation intellectuelle. Malgré, l'émergence des ordinateurs et des calculatrices, le calcul mental reste très important. Que ce soit des additions ou soustractions simples, les multiplications ou encore les arrondis pour déterminer un ordre de grandeur, le calcul mental facilite la vie de tous les jours, que ce soit au travail, à la maison mais aussi dans des jeux de toutes sortes. Les nombres ne sont pas seulement des outils pour évaluer, compter des objets ou mesurer, ils sont les constructions mentales les plus simples à concevoir et à manipuler mais en même temps les plus riches. C'est pour cela que l'usage des nombres ainsi que leur familiarité sont considérés comme fondamentaux dans l'enseignement et plus encore dans l'enseignement élémentaire. On remarque que les jeux avec les nombres sont gratifiants ce qui est donc motivant pour les élèves. On peut également faire beaucoup de remarques sur les particularités des nombres comme

celle sur la table de 9 avec le chiffre des unités qui diminue de 1 et celui des dizaines qui augmente de 1.

2. Les TICE pour apprendre des mathématiques

Intéressons-nous désormais à l'apport du numérique dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques et plus particulièrement en calcul mental. L'article de Grugeon-Allys & Grapin. (2020), indique que les bases d'exercices en ligne et les logiciels de calcul mental (ce qui nous intéresse particulièrement dans ce mémoire) ont des avantages que les listes d'exercices du type papier-crayon ne présentent pas. Les avantages concernent d'une part la possibilité d'avoir un feedback direct c'est-à-dire un retour quasi instantané sur ses réponses qu'elles soient correctes ou incorrectes. Cela permet de pouvoir les modifier sans avoir besoin d'attendre que la bonne réponse soit donnée par un autre camarade ou l'enseignant. D'autre part, du côté de ce dernier, cela lui permet d'adapter ses pratiques aux besoins des élèves et de pouvoir garder une trace de leur performance. L'utilisation de l'outil numérique nécessite également une toute nouvelle organisation et cela peut mener à des difficultés dans l'organisation et la gestion des situations pour l'enseignant.

Cet article nous apprend que les situations qui comprennent l'utilisation d'outils numériques sont très différentes de celles qui utilisent des situations papier-crayon. Ces dernières mettent en jeu des types de tâches et des techniques différentes. Pour une utilisation efficace et utile, il est nécessaire de prendre en compte les potentialités mais aussi les contraintes de ces outils.

Du côté des enseignants, il apparaît clairement qu'il ne suffit pas d'adapter des situations mathématiques classiques, il faut prendre en compte comme indiqué précédemment les potentialités mais également les contraintes de ces nouveaux outils. Les enseignants doivent savoir manipuler mais aussi connaître parfaitement les outils numériques. Les situations nouvelles que l'enseignant conçoit devront être adaptées à l'évolution des interfaces. Il faut aussi une nouvelle organisation en ce qui concerne l'articulation des différentes activités, entre papier/crayon et numérique. Il faut aussi chercher de nouvelles modalités pour gérer les interactions dans la classe qui intègrent les outils numériques. C'est pour cela que des enseignants se montrent résistants quant à l'utilisation des nouvelles technologies.

Cet article montre donc les potentialités des outils numériques dans l'enseignement des mathématiques et ici du calcul mental. On retient que l'utilisation de TICE en classe nécessite une prise de

risque de la part des enseignants pour organiser les interactions en classe suite à un travail des élèves avec les TICE. Il faut donc accompagner les enseignants dans le choix des outils numériques qui vont être mobilisés mais également dans la mise en œuvre selon les objectifs visés. Pour cela, il y a nécessité d'avoir un matériel informatique fonctionnel. Dans les travaux de recherche actuels, un état des lieux sur les capacités des élèves à se servir des outils numériques n'a pas encore été dressé. Les outils numériques peuvent également servir comme cité dans l'article à adapter et différencier l'enseignement, en particulier les interactions ou les feedbacks, selon les besoins de chaque élève. Il faut donc pour surmonter les difficultés évoquées dans l'utilisation des TICE penser « la progression dans le temps des connaissances instrumentales et mathématiques ainsi que les institutionnalisations associées, les rapports à construire et à faire évoluer les liens entre techniques papier-crayon et techniques instrumentées » Grugeon-Allys & Grapin (2020, p.35). Les formations des enseignants doivent être faites pour que les enseignants soient convaincus des potentialités des outils numériques au niveau des apprentissages d'une part et d'autre part ils doivent être armés pour gérer leur mise en œuvre en classe.

3. Les programmes scolaires

a) Sur le calcul mental

Il est maintenant important de se pencher sur les textes des instructions officielles pour voir ce qui doit être fait concernant le calcul mental à l'école primaire. Selon la fiche Eduscol publiée par le Ministère de l'Éducation Nationale (2016), les temps d'apprentissage et d'entraînement accordés au calcul mental sont plus importants que ceux accordés au calcul posé. En effet, cette fiche Eduscol rappelle l'importance du calcul mental qu'elle associe avec le calcul en ligne en rappelant les objectifs du programme. On peut distinguer le calcul mental du calcul en ligne pour lequel on donne la possibilité aux élèves, s'ils en ressentent le besoin, d'écrire les différentes étapes de calcul pour ne pas surcharger leur mémoire et ainsi oublier des résultats intermédiaires. Cependant, le calcul en ligne est travaillé en complément du calcul mental, pour faciliter l'apprentissage des démarches et la mémorisation des propriétés des nombres et des opérations. Le calcul posé quant à lui, est une modalité de calcul écrit qui consiste à l'application d'un algorithme opératoire comme par exemple celui de l'addition de nombres décimaux. Le calcul instrumenté est un calcul effectué à l'aide d'un ou plusieurs instruments ou logiciels (boulier, calculatrice, tableur).

Les objectifs du calcul mental sont les suivants : la pratique du calcul mental est faite pour que les élèves construisent et travaillent la compréhension de la notion de nombre et les propriétés de la numération décimale de position qui est la nôtre pour développer la connaissance du nombre et travailler le sens des opérations. C'est précisément ce que l'article de Denis Butlen et Monique Charles-Pézard (2007) indique, les élèves ne connaissent pas assez les propriétés des nombres et le sens des quatre opérations ce qui pose des difficultés notamment au niveau du calcul mental. Le calcul mental sert aussi à développer des habiletés calculatoires et à construire progressivement des faits numériques et des procédures qui serviront à mener des calculs posés ainsi qu'à traiter des calculs mentaux ou en ligne de plus en plus complexes. Le calcul mental sert également dans la résolution de problèmes pour par exemple choisir la bonne opération au bon moment, nous avons également vu précédemment que les élèves en difficultés en mathématiques le sont généralement aussi en calcul mental et de ce fait ces élèves ont un décalage dans le temps d'apprentissage, ils n'arrivent pas à mobiliser les procédures adaptées aux calculs qui sont proposés par l'enseignant.

Concernant les stratégies pour enseigner le calcul mental, ce document institutionnel préconise des activités d'apprentissage ou d'entraînement quotidiennes en diversifiant les modalités comme évoqué par Butlen & Charles-Pézard (2007). On peut par exemple donner des énoncés oraux en faisant attention à ne pas surcharger la mémoire des jeunes élèves mais également des énoncés écrits ou vidéoprojetés. Toutes les séances doivent permettre à l'élève de savoir où il en est en s'auto-évaluant, ce qui permet également à l'enseignant de voir les acquis des élèves et les problèmes qui peuvent exister au sein de la classe pour y remédier grâce à des explications complémentaires et de nouveaux exercices d'entraînement. Pour avoir un panorama de la classe, l'utilisation des TICE peut être très intéressante, notamment en apportant un visuel personnalisé pour chaque élève et cela peut permettre à l'enseignant de différencier selon les points qu'il doit revoir avec certains élèves et pas avec d'autres. En effet, il est indiqué dans cette fiche Eduscol qu'une large place est donnée à la différenciation en donnant des situations différentes à certains élèves en s'adaptant au profil de chacun, rassurant les élèves par exemple en leur donnant la possibilité d'écrire des résultats ou étapes intermédiaires. Il est aussi nécessaire de ne pas proposer seulement des temps d'entraînement et d'apprentissage, il faut aussi mettre en place des temps de mise en commun pour que les élèves explicitent

leurs procédures oralement qu'elles soient bonnes ou mauvaises, ces temps doivent susciter des débats entre les élèves pour aboutir à une validation ou non de celles-ci. Des temps d'institutionnalisation sont également importants, l'élaboration des traces écrites doit se faire collectivement et les traces doivent être conservées pour permettre aux élèves d'enrichir leurs démarches ainsi que leurs procédures en calcul mental car elles sont des points d'appui qui permettent d'en construire de nouvelles. Les élèves vont donc automatiser et mémoriser des procédures et démarches pour devenir de plus en plus efficaces non seulement en calcul mental mais aussi en résolution de problème. Les programmes de 2020 du cycle 3, insistent sur le fait que le calcul mental est mobilisé dans le calcul posé mais pas uniquement, il peut fournir un ordre de grandeur avant un calcul instrumenté. L'enseignement du calcul mental permet de produire des résultats utiles dans des contextes différents de la vie quotidienne, mais son enseignement vise l'exploration des nombres et des propriétés des opérations. Il faut amener les élèves à s'adapter en choisissant la procédure la plus efficace en fonction de leurs connaissances et des nombres en jeu. Pour arriver à cela, il est indispensable que les élèves s'appuient sur des faits numériques mémorisés en nombre suffisant et sur des procédures automatisées de calculs élémentaires.

b) Sur les TICE

Dans les programmes de 2015 pour le cycle 3 en mathématiques, il est bien indiqué qu'en complément de l'usage du papier, du crayon et de la manipulation d'objets concrets, les outils numériques sont progressivement introduits. L'usage de logiciels de calcul et de numération comme par exemple « Nombre cible » va permettre aux élèves d'approfondir leurs connaissances sur les propriétés des nombres et sur le sens des différentes opérations pour accroître leur maîtrise de certaines techniques de calcul et en développer de nouvelles. C'est ce manque de connaissance des nombres et de leurs propriétés qui pose problème aux élèves et l'utilisation d'outils numériques va permettre de fournir une aide aux élèves. Pour comparer avec les programmes de 2008 pour le cycle 3 en mathématiques, les TICE n'y sont pas directement évoquées dans ce domaine, il est indiqué dans l'introduction des programmes que le recours aux TICE devient habituel dans le cadre du brevet informatique et internet. On constate donc bien qu'en sept ans les TICE ont pris une place prépondérante dans les programmes surtout en mathématiques et en calcul mental où est stipulé que l'usage d'outils numériques est introduit pour aider les élèves à développer des connaissances sur les nombres et opérations ainsi que de nouvelles procédures et nouveaux automatismes.

ii. Problématique et hypothèses

Ces lectures ainsi que mes observations sur le terrain et les diverses discussions durant mes stages, m'ont permis de m'orienter sur une problématique générale qui est la suivante :

Comment l'utilisation des TICE peut-elle aider les élèves à faire évoluer leurs procédures en calcul mental ?

Cette problématique a donné lieu à plusieurs sous-questions :

- Quel type d'utilisation des TICE peut-être efficace pour aider les élèves en calcul mental ?
- A quelle fréquence doit-on utiliser les TICE pour qu'elles soient efficaces pour les élèves ?
- L'utilisation des TICE en calcul mental permet-elle la différenciation ?
- Suite à l'utilisation des TICE, quelles améliorations en calcul mental a-t-on constaté chez les élèves ? Qu'est ce qui a évolué ?

Toutes ces questions me paraissent importantes puisque lors de mes stages, j'ai constaté que la pratique du calcul mental n'était pas régulière et lors des évaluations cela posait problème mais aussi dans d'autres domaines mathématiques comme la résolution de problèmes par exemple où les élèves avaient du mal à faire des calculs simples et à saisir quelles opérations étaient les plus propices pour résoudre les différents problèmes rencontrés.

J'ai décidé de tester deux hypothèses pour mener à bien mon mémoire qui sont les suivantes :

Hypothèse 1 :

- Si les élèves utilisent les TICE en calcul mental alors cela sera plus motivant pour eux que des activités orales ou écrites classiques.

Hypothèse 2 :

- Si les élèves utilisent des applications numériques comme Mathador pour travailler en calcul mental alors leurs procédures évolueront.

II) Partie pratique

Nous commencerons cette partie par une présentation du contexte d'expérimentation pour atteindre les objectifs de notre étude.

1.1 Participants

J'ai réalisé mon expérimentation dans une classe de vingt élèves de CM1-CM2. L'école dans laquelle l'expérimentation a été réalisée est classée en Réseau d'Education Prioritaire. La classe se compose de 11 CM2 et de 9 CM1. Les élèves de CM1 ont globalement un bon niveau scolaire sauf quelques élèves qui présentent des difficultés dans les apprentissages. Du côté des CM2, le niveau est très hétérogène avec des élèves avec un très bon niveau scolaire, des élèves avec un niveau scolaire correct et d'autres élèves très en difficultés. J'ai réalisé mon expérimentation en période 3. En période 2, nous avons commencé à travailler à l'aide de Mathador en calcul mental mais sans l'aspect numérique du fait de la non présence de tablette dans l'école à cette période. Pour réaliser ces séances, j'ai extrait de Mathador Chrono en ligne des calculs. Ensuite j'ai disposé ces calculs sur une feuille et j'ai demandé aux élèves de réaliser ces derniers. Le temps dont disposait les élèves était de trois minutes soit le temps d'une partie de Mathador Chrono.

1.2 Matériel

La classe sujet à mon expérimentation dispose depuis quelques semaines d'une valise comportant 15 tablettes ainsi que d'un dispositif WIFI. Pour mener à bien mon expérimentation, j'ai donc utilisé ces tablettes avec l'application Mathador installée dessus et un compte classe pour permettre à chaque élève de constater son suivi personnalisé et ainsi pour l'enseignant de constater les évolutions des élèves.

2. Présentation de Mathador

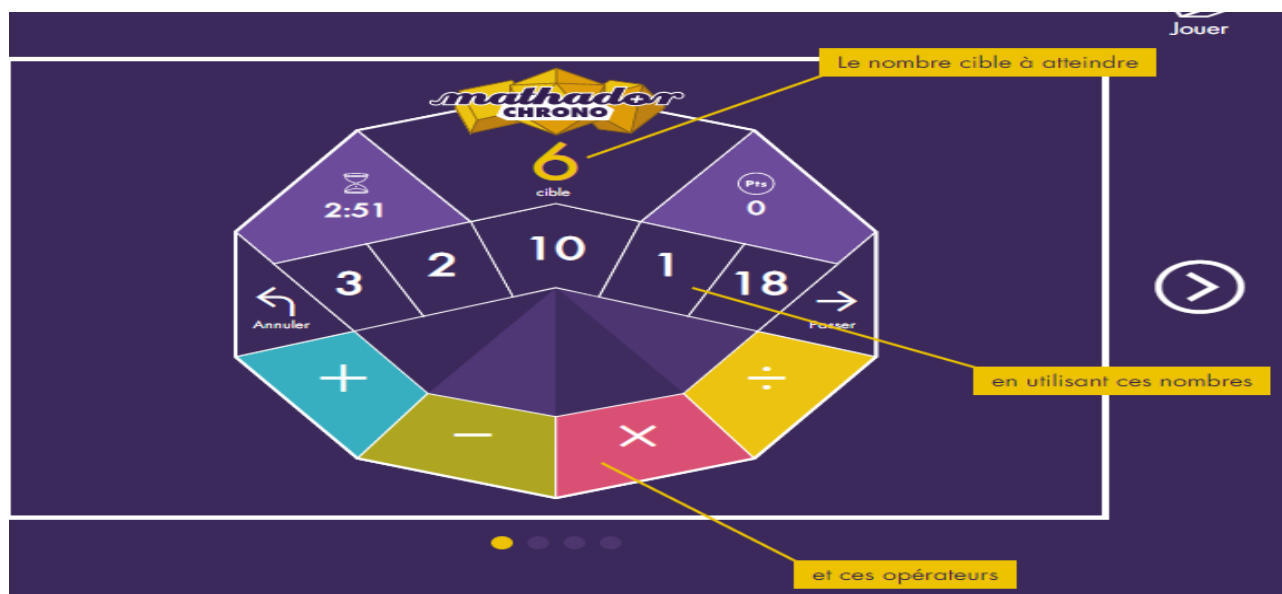
Pour aider les élèves, il est possible de se pencher sur l'utilisation des TICE pour permettre aux élèves de s'améliorer en calcul mental. Une des utilisations des TICE à laquelle nous pouvons nous intéresser est celle du site Mathador. Commençons par expliquer en quoi consiste Mathador. Mathador est un jeu sur le calcul mental créé par Éric Trouillot, professeur de mathématiques. Son développement numérique a commencé en 2010 et l'application est parue en 2014. Mathador Classe est sortie en 2016 pour les élèves du CE1 à la troisième. Cette plateforme donne un accès illimité aux applications en ligne pour les modes chrono et solo. Les élèves peuvent y jouer que ce soit en classe ou à la maison. Ce jeu est disponible pour les élèves du cycle 2 au cycle 4.

2.1 Pourquoi Mathador ?

Le choix de l'utilisation de Mathador pour mener à bien ce mémoire s'est fait assez naturellement. En effet, Mathador présente des qualités non négligeables pour aider les élèves en classe en calcul mental. Avec Mathador, la dimension ludique est aussi importante que l'aspect calcul. Le jeu, par le changement de cadre qu'il implique valorise et remotive les élèves même les plus en difficulté. La notion de défi ajoute une dimension sociale à la pratique des mathématiques. Le principe du compte-est-bon, est assimilé à du calcul mental à l'envers. Les élèves vont d'abord regarder le nombre et l'analyser avant de chercher à l'atteindre. Cela permet donc de travailler sur la perception des ordres de grandeur, mais également sur le sens des opérations.

2.2 Les différents modes :

2.2.1 Le mode Chrono

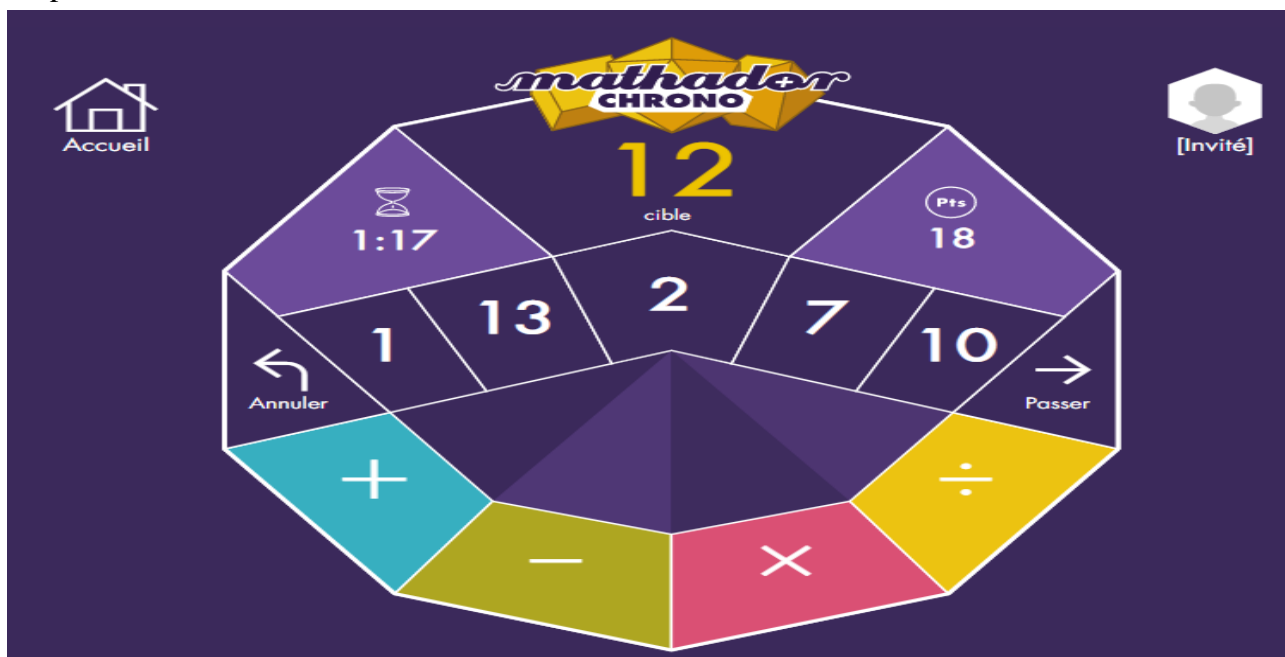


Le mode Chrono est un contre la montre qui peut se jouer seul ou à plusieurs. Il consiste à résoudre un maximum de calculs en un temps limité, utiliser des opérations complexes pour marquer le plus de points, faire face à des épreuves de difficultés croissantes. En effet, en trois minutes, les élèves vont devoir marquer un maximum de points. Pour se faire 5 nombres sont donnés aux élèves ainsi qu'un nombre cible à atteindre compris entre 0 et 99. Pour atteindre ce nombre cible, les élèves peuvent utiliser les quatre opérations pour y arriver. Les opérations ne rapportent pas toutes le même nombre de points : l'addition rapporte 1 point, la soustraction 2 points, la multiplication 1 point et la division 3 points.

Les élèves ont la possibilité de faire « un coup Mathador » ce qui consiste à utiliser une seule fois chaque opération pour arriver au nombre cible. C'est ce coup qui rapporte le plus de points. En effet, la réalisation d'« un coup Mathador » entraîne un bonus de point.



Dans le cas présent ci-dessus, si l'on utilise une fois chaque opération, les points s'élèveraient à 7 comme une addition vaut 1 point, une soustraction 2, une multiplication 1 et une division 3. Mais lorsque l'on fait « un coup Mathador » le total des points ne s'élève pas à 7 mais à 18 points comme on peut le voir ci-dessous.



De plus, lorsque les élèves réalisent « un coup Mathador », un petit symbole (où il est écrit « m » et en dessous « bravo ! ») permet aux élèves de savoir qu'ils ont réalisé « un coup Mathador » apparaît juste à côté du nombre cible ainsi qu'une petite musique.



Les nombres cibles proposés sont d'une difficulté croissante, ils sont de plus en plus élevés et les nombres pour les atteindre également.

2.2.2 Le mode Solo

Un autre mode de jeu est le mode Solo, il est adapté au rythme de progression du joueur, il est idéal pour se perfectionner en calcul mental. Il est composé de 30 niveaux qui alternent épreuves de compte est bon et énigmes mathématiques (carré magique, suite logique...). Les épreuves montent en difficulté et poussent à enrichir les calculs. Des contraintes se rajoutent et de moins en moins de temps est disponible pour réaliser les niveaux. Des indices et bonus sont gagnés durant la partie ce qui permet d'ajouter du temps ou d'enlever des contraintes pour réussir l'épreuve. Cela permet de travailler sur la perception des ordres de grandeur, l'acquisition d'automatismes, la mémorisation d'opérations complexes ainsi qu'une plus grande aisance dans les calculs. Les élèves prennent plaisir à manipuler les nombres et à utiliser les opérations.

2.2.3 Le mode Concours

Un dernier mode est le mode Concours. Le principe est de répondre à une épreuve de compte est bon chaque semaine. Un nombre cible est à atteindre en combinant 5 autres nombres. Les opérations utilisées déterminent le nombre de points marqués. Chaque élève propose sa meilleure solution et c'est la moyenne de points de la classe qui est prise en compte. Des podiums hebdomadaires sont publiés chaque semaine et une interface permet de suivre la progression des élèves. Les dix meilleures épreuves de chaque classe sont retenues pour le classement final.

3. Séquence expérimentale :

Cette séquence comportera 7 séances. L'expérimentation se déroulera lors des cinq dernières séances où les élèves utiliseront Mathador Chrono sur les tablettes. Cette expérimentation commencera dès le début de la période 3. Ces séances seront rapides et dureront environ une dizaine de minutes. Les deux premières séances auront eu lieu en fin de période 2 et auront permis aux élèves de découvrir ce qu'est Mathador Chrono, les règles et le fonctionnement de celui-ci. N'ayant à disposition que « 15 tablettes » je fonctionnerai de la manière suivante : les 9 élèves de CM1 utiliseront Mathador Chrono en premier et ensuite, les 11 élèves de CM2 l'utiliseront à leur tour. Une partie de jeu Mathador Chrono dure 3 minutes, c'est pourquoi les élèves feront 3 parties chaque lundi. Le choix de 3 parties est lié au fait que si les élèves réalisent uniquement 1 seule partie chaque lundi cela est trop peu pour permettre de voir une réelle évolution et un impact sur leurs procédures. C'est ainsi que j'ai trouvé pertinent le choix de faire réaliser aux élèves 3 parties.

Séance 1	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation Mathador - Explication des règles - Réalisation de quelques calculs en collectif sans l'aspect numérique
Séance 2	<ul style="list-style-type: none"> - Rappel des règles de Mathador - Réalisation sur feuille de 4 calculs tirés de Mathador Chrono. Pour réaliser ces différents calculs les élèves avaient à disposition le temps d'une partie c'est-à-dire 3 minutes.
Séances 3/4/5/6/7	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation Mathador sur tablette individuellement - Les élèves réalisent 3 parties dans le mode chrono.

Les séances 3/4/5/6 et 7 sont identiques.

4. Méthodologie de recueil des données

4.1) Hypothèse 1 :

Pour vérifier la première hypothèse, nous allons recueillir deux données. La première sera les réponses de l'ensemble des élèves de la classe à un questionnaire et la seconde le remplissage de la

grille d'observation par l'enseignant pour uniquement 3 élèves.

a) Questionnaire pour tous les élèves

Dans un premier temps, le questionnaire sera rempli à l'écrit par tous les élèves. Ce questionnaire est constitué de quatre questions sur la motivation des élèves lors de l'utilisation des TICE en calcul mental.

Voici les questions posées par écrit dans le questionnaire :

- Est-ce que tu aimes travailler avec la tablette en calcul mental et utiliser Mathador ?
- Pourquoi ?
- Qu'est-ce que tu ressens, quel sentiment tu ressens quand tu sais que tu vas faire du calcul mental avec la tablette ?
- As-tu l'impression de mieux comprendre quand tu fais du calcul mental sur la tablette plutôt que sur l'ardoise ou une feuille ?

Ce questionnaire sera passé par les élèves lors de la dernière séance de la séquence expérimentale.

b) Grille d'observation pour 3 élèves

Dans un second temps, la grille d'observation sera remplie par l'enseignant et ce pour 3 élèves. Cette grille sera remplie pour un élève de CM1 qui a des difficultés à se concentrer et à rester concentré, un élève de CM2 qui éprouve de grandes difficultés en mathématique surtout en calcul mental et une élève de CM2 qui n'éprouve aucune difficulté et est très à l'aise en mathématiques et en calcul mental. Pour vérifier l'implication et le niveau de stress de l'élève durant une séance avec Mathador, une grille d'observation a été réalisée avec 9 observables que l'enseignant pourra analyser durant la séance. Cette grille sera remplie par l'enseignant selon ses observations.

Nom Prénom de l'élève observé	Oui	Non	Partiellement
L'élève se met rapidement au travail			
L'élève est impliqué dans le travail, il ne regarde pas ailleurs			
L'élève demande de l'aide pour réaliser le travail			
L'élève est silencieux			
L'élève travaille sans s'interrompre			
Son visage est tendu, crispé			
L'élève montre des signes de stress			
Son visage est détendu, apaisé			
L'élève est bruyant, agité pendant son travail			

Cette grille d'observation sera complétée durant les 5 séances pour mener à bien ce mémoire. Durant ces dernières, l'enseignant tâchera d'observer les 3 élèves choisis et de remplir cette dernière.

Le croisement des réponses aux questionnaires ainsi que la grille d'observation permettra d'avoir des données pour valider ou invalider la première hypothèse.

4.2) Hypothèse 2 :

a) Répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe

Pour vérifier la seconde hypothèse, il faut recueillir des données à la suite de l'expérimentation. La première donnée sera récupérée chez l'ensemble des élèves de la classe à l'aide de l'interface statistique de Mathador. En effet, l'application Mathador Classe permet un suivi individualisé des élèves très intéressant et très complet. Les élèves disposeront d'un compte personnel sur Mathador et donc d'une interface statistique personnalisée pour chacun d'entre eux. Nous pourrions donc avoir les données pour chaque élève, les analyser et ensuite les traiter de la meilleure des manières. Cette interface statistique permet de voir la progression des élèves selon plusieurs critères. Les critères sont les suivants : le nombre de points inscrits à chaque partie, le nombre de calculs, la fréquence des opérateurs utilisés, le temps moyen par calcul. Tous ces critères permettront de constater les évolutions des élèves. L'expérimentation ayant été menée durant la troisième période, j'ai fait face à un nombre d'absent conséquent lié à la pandémie. C'est pourquoi, j'ai demandé aux élèves de réaliser des parties sur Mathador depuis chez eux pour me permettre d'avoir plus de données à traiter et à analyser. J'ai également fait face à un problème informatique et matériel. En effet, la connexion internet n'était

suffisante seulement pour 4 à 5 élèves maximum à la fois, il était donc difficile de gérer le suivi des trois élèves que j'avais choisi d'observer durant leurs parties. La pandémie a aussi nécessité le nettoyage des tablettes après chaque élève. N'ayant eu les tablettes que lors de la période trois, c'est également pour cette raison que j'ai demandé aux élèves de pratiquer chez eux. Les données ont été recueillies à la fin de la première séance et à la fin des séances d'expérimentation.

b) Répartition des opérateurs pour les trois élèves étudiés

La seconde donnée sera également récupérée grâce à l'interface statistique de Mathador mais cette fois-ci seulement pour les trois élèves qui ont été choisis pour étudier la première hypothèse et concernera la répartition des opérateurs. Cette répartition sera observée lors de la première séance et à la suite des cinq séances d'expérimentation. Ensuite, on comparera ces deux répartitions pour constater des évolutions.

c) Procédures des trois élèves étudiés

Une troisième donnée à recueillir se situe au niveau des procédures des élèves. En effet, lorsque les élèves pratiqueront le calcul mental avec Mathador, l'enseignant se positionnera derrière l'élève pour noter les diverses procédures qu'il aura mises en place pour résoudre les différents calculs. Ces différentes procédures seront recueillies par l'enseignant. Comme les élèves réalisent trois parties, l'enseignant pourra recueillir des données chez chacun des trois élèves à chaque séance. Les données seront donc recueillies sous forme de tableau pour chaque élève et pour chaque séance. Les procédures seront catégorisées dans le tableau grâce à l'analyse a priori présentée dans le traitement des données (partie 5.2).

L'enseignant effectuera une comparaison entre les procédures utilisées par chaque élève lors de chaque séance.

5. Traitement des données

5.1 Hypothèse 1 :

Une fois les réponses aux questionnaires ainsi que les grilles d'observations remplies et collectées, il est maintenant nécessaire de traiter ces différentes données.

a) Le questionnaire pour tous les élèves

Pour ce faire, les réponses des élèves au questionnaire seront traitées en analysant quantitativement et qualitativement les réponses et permettront selon les réponses apportées par les élèves de constater la motivation de ces derniers lors de l'utilisation des TICE en calcul mental.

b) La grille d'observation pour les trois élèves

Pour traiter les données recueillies dans le tableau chez les trois élèves, on analysera la motivation de chacun de ces 3 élèves individuellement puis on cherchera des explications par rapport au profil de chaque élève.

5.2 Hypothèse 2 :

a) Répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe

Une fois les données recueillies dans l'application Mathador individuellement pour chacun des élèves, il est maintenant nécessaire de traiter ces données pour ensuite pouvoir les analyser et valider ou invalider l'hypothèse 2. Pour traiter les données de l'hypothèse numéro 2, l'enseignant réunira les résultats des élèves dans différents graphiques.

Ces derniers seront faits de façon à comparer les données recueillies après la première séance et celles recueillies après les cinq semaines d'expérimentation. Les données de la première séance seront recueillies, traitées et analysées grâce à des diagrammes qui permettront de voir les procédures des élèves en visualisant la fréquence des opérateurs utilisés, quel opérateur est le plus utilisé par les élèves sur l'ensemble des parties. Ces diagrammes seront réalisés pour l'ensemble de la classe.

b) Répartition des opérateurs pour les trois élèves étudiés

Pour traiter la deuxième donnée recueillie pour l'hypothèse 2, on la traitera de la même manière que la première donnée de l'hypothèse 2 mais cette fois-ci pour les trois élèves observés lors de l'hypothèse 1. Il s'agira d'une analyse quantitative. Ainsi, on pourra constater des évolutions des trois élèves en termes de répartition des opérateurs.

c) Procédures des trois élèves étudiés

On pourra également mettre en relation les opérateurs utilisés avec les différentes procédures listées précédemment. Par exemple, un élève qui utilise beaucoup l'addition peut signifier qu'il utilise les procédures P1, P2, P2 Bis, P4, P5, P8, P9, P11, P13, P14, P19 ou P21.

Ces diverses procédures seront présentées dans le paragraphe suivant celui-ci.

Ces données seront analysées sous la forme de graphiques qui permettront de voir la fréquence d'utilisation des opérateurs. On pourra donc voir après avoir traité l'ensemble des données recueillies, les possibles évolutions des élèves en termes de procédures utilisées grâce à la répartition des opérateurs utilisés. Par exemple, si un élève avait tendance après la première semaine d'expérimentation à n'utiliser que principalement l'addition et la soustraction, on comparera ses deux graphiques pour visualiser si des évolutions sont apparues dans la diversité des opérateurs utilisés. Les diagrammes de la classe seront comparés avec ceux des trois élèves pour voir si les évolutions sont les mêmes. Une fois comparée, on pourra dire si l'utilisation des TICE et ici plus particulièrement l'application Mathador a eu un impact sur l'évolution des procédures des élèves.

Pour vérifier l'évolution des procédures des élèves, le traitement s'effectuera par comparaison. En effet, une fois les procédures recueillies pour chacun des trois élèves, l'enseignant effectuera une comparaison entre les procédures utilisées par chaque élève lors de chaque séance. Cette façon de traiter les données permettra de constater si des évolutions ont eu lieu dans les procédures utilisées par les élèves.

d)Analyse a priori des procédures possibles

Il est nécessaire d'anticiper les différentes procédures que les élèves peuvent mettre en œuvre en calcul mental lors de l'utilisation de Mathador en classe. C'est pourquoi j'ai réalisé une analyse a priori de l'activité.

Les procédures des élèves peuvent être regroupées en 3 catégories. La première catégorie correspond au calcul approché, c'est-à-dire celle où les élèves vont tenter de se rapprocher au maximum du nombre cible. La seconde catégorie correspond au calcul automatisé. Ce dernier peut-être de différentes natures. Il peut être uniquement mental ce qui implique des résultats mémorisés. Ces derniers peuvent être la connaissance des tables d'addition directement ou à l'aide des compléments mais également la connaissance des tables de multiplication. La dernière catégorie correspond au calcul réfléchi. Ce dernier correspond à l'élaboration d'une procédure pour réaliser le calcul, c'est un choix personnel comme par exemple pour calculer $43 + 19$ faire le choix de calculer dans un premier temps $40 + 10$ et dans un second temps $3 + 9$.

Voici une liste des différentes procédures mobilisables par les élèves :

- Catégorie de procédures 1 : Le calcul approché
 - P1 : les ordres de grandeurs
- Catégorie de procédures 2 : Le calcul automatisé
 - P2 : les tables d'addition
 - P2 Bis : les compléments : $1 + ? = 3$
 - P3 : les tables de multiplication
- Catégorie de procédures 3 : Le calcul réfléchi
 - P4 : Commutativité de l'addition : $5 + 3 = 3 + 5$
 - P5 : Associativité de l'addition : $7 + (3 + 4) = (7 + 3) + 4$
 - P6 : Commutativité de la multiplication : $8 \times 5 = 5 \times 8$
 - P7 : Associativité de la multiplication : $6 \times (4 \times 3) = (6 \times 4) \times 3$
 - P8 : Décomposition additive : $385 = 250 + 5 + 130$
 - P9 : Décomposition additive canonique : $385 = 3 \times 100 + 8 \times 10 + 5$
 - P10 : Décomposition multiplicative : $24 = 6 \times 4 = 2 \times 3 \times 4$
 - P11 : Décomposition additive d'un produit : $3 \times 4 = 3 + 3 + 3 + 3$
 - P12 : Passage par la dizaine supérieure : $6 = 10 - 4$
 - P13 : Recomposition canonique : $300 + 80 + 5 = 385$
 - P14 : 0 est un élément neutre pour l'addition : $35 + 0 = 0 + 35 = 35$
 - P15 : 1 est un élément neutre pour la multiplication : $145 \times 1 = 1 \times 145 = 145$

○ P16 : 1 est un élément neutre pour la division : $14 / 1 = 14$

○ P17 : 0 est un élément absorbant pour la multiplication : $25 \times 0 = 0 \times 25 = 0$

○ P18 : Multiplication par une puissance de 10 : $145 \times 10 = 1450$

○ P19 : Pour ajouter 9 : $23 + 9 = 23 + 10 - 1 = 32$

○ P20 : Pour retirer 9 : $23 - 9 = 23 - 10 + 1 = 14$

○ P21 : Pour ajouter 11 : $23 + 11 = 23 + 10 + 1 = 33 + 1 = 34$

○ P22 : Pour retirer 11 : $23 - 11 = 23 - 10 - 1 = 13 - 1 = 12$

6. Analyse des données

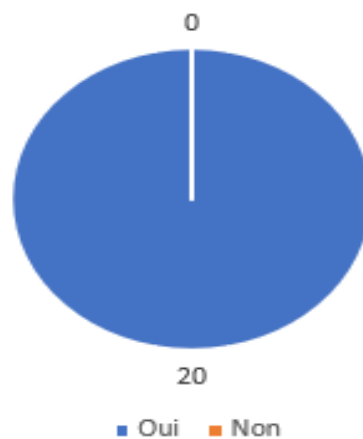
6.1 Hypothèse 1 :

a) Questionnaire pour tous les élèves

Les réponses aux questionnaires écrits donnés aux élèves ont donné les résultats suivants :

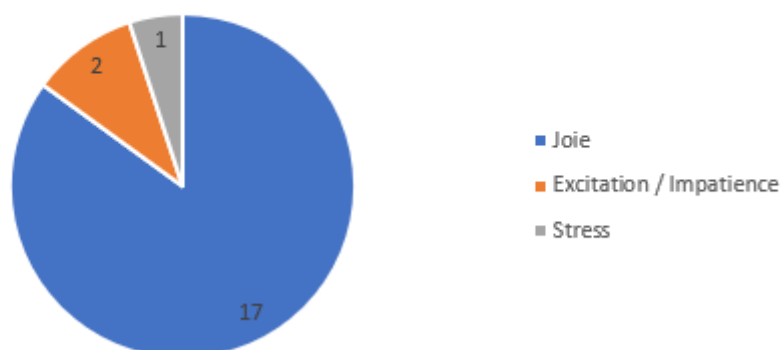
- La totalité des vingt élèves aiment travailler en calcul mental avec la tablette et utiliser Mathador ce qui traduit un réel potentiel de motivation quant à l'utilisation de la tablette en calcul mental et plus particulièrement l'usage de Mathador.

Aimes-tu travailler en calcul mental avec la tablette et Mathador ?



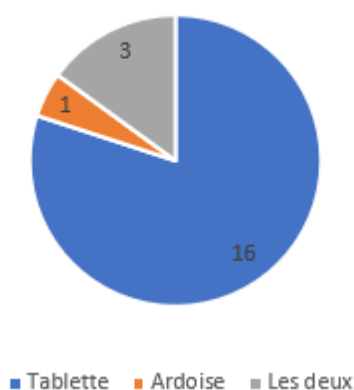
- Pour ce qui est des ressentis, la majeure partie des élèves 17/20 ressentent de la joie à l'idée d'utiliser la tablette et Mathador. 2 élèves sur 20 ressentent de l'excitation et sont impatients alors qu'une seule élève sur les 20 ressent du stress à l'annonce de l'utilisation de la tablette et de Mathador.

Ressentis quant à l'annonce de l'utilisation de la
tablette en calcul mental



- Concernant la question qui demandait aux élèves sur quel support ils avaient l'impression de mieux comprendre en calcul mental, 1 élève sur 20 dit mieux comprendre sur l'ardoise, 16 élèves sur 20 déclarent mieux comprendre sur la tablette et enfin 3 élèves sur 20 n'y voient aucune différence.

Sur quel support penses-tu mieux comprendre en
calcul mental?



b) Grille d'observation pour 3 élèves

Ci-dessous les trois grilles d'observation remplies qui concernent les élèves choisis.

B1) Elève 1

Elève 1	OUI					NON					PARTIELLEMENT				
	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
L'élève se met rapidement au travail.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève est impliqué dans le travail, il ne regarde pas ailleurs.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève demande de l'aide pour réaliser le travail.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
L'élève est silencieux.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève travaille sans s'interrompre.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Son visage est tendu, crispé.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
L'élève montre des signes de stress.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Son visage est détendu, apaisé.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève est bruyant						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					

L'élève 1 se situe dans le niveau CM2 et ne présente aucune difficulté à l'école dans les apprentissages. C'est même un très bon élève en général et est très à l'aise en calcul mental. Chez cet élève qui ne présentait de base aucun problème de motivation ou de concentration, l'utilisation des TICE n'est pas venue remettre en question ces deux facteurs. En effet, lors de toutes les séances l'élève s'est mis rapidement au travail, ne s'est jamais interrompu, de même que son implication est restée intacte tout au long de la séquence. On voit donc que l'utilisation des TICE peut-être une source de motivation supplémentaire chez les élèves. Cet élève fait preuve d'un engagement cognitif, comportemental et affectif très important dans la mesure où l'ensemble des observations sont très positives.

B2) Elève 2

Elève 2	OUI					NON					PARTIELLEMENT				
	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
L'élève se met rapidement au travail.						<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
L'élève est impliqué dans le travail, il ne regarde pas ailleurs.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
L'élève demande de l'aide pour réaliser le travail.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
L'élève est silencieux.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève travaille sans s'interrompre.											<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Son visage est tendu, crispé.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
L'élève montre des signes de stress.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Son visage est détendu, apaisé.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève est bruyant.						<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

L'élève 2 est également un élève de CM2 mais, à la différence du premier élève, présente de très grandes difficultés dans les apprentissages qui sont d'autant plus conséquentes en mathématiques. Du fait de ces difficultés, cet élève présente des difficultés dans sa mise en route dans le travail et des problèmes de concentration. Un dossier de redoublement ainsi qu'un dossier auprès de la MDPH (Maison Départementale des Personnes Handicapées) a été déposé l'an dernier mais qui se sont vus tous les deux refusés. C'est donc un élève qui présente un niveau très faible c'est pourquoi j'ai trouvé intéressant de le sélectionner pour l'observer et voir si l'utilisation des TICE pouvait être une aide pour lui tant dans la motivation que dans la réussite. On remarque grâce au tableau, la difficulté qu'a cet élève à se mettre au travail. Dans 3 séances sur 5, il met environ 30 à 40 secondes avant de vraiment commencer à réfléchir et ne pas regarder ailleurs. Après consultation avec ma directrice de mémoire, j'ai donné à cet élève un sous-main avec l'ensemble des tables de multiplication et d'addition pour l'aider. La réduction de la taille des nombres à utiliser ainsi que la taille du nombre-cible a également été faite pour aider l'élève. Malgré tout ceci les difficultés ont persisté chez lui. Pour autant aucun signe de stress n'était à détecter. On constate également que l'utilisation des TICE chez cet élève n'a pas été un facteur assez important pour le garder concentré tout au long des différentes

séances. A certains moments de la séance, son regard quittait la tablette pour regarder ailleurs pendant une dizaine de seconde. Pour cet élève, on constate que son engagement cognitif n'est pas total voir même quasi absent. Son engagement comportemental n'est que partiel comme on peut le voir dans la grille, il a tendance à s'interrompre lors du travail, à regarder ailleurs. En dernier lieu, l'étude du stress de l'élève qui correspond à une partie de son engagement affectif est positif, il ne montre aucun signe de stress et son visage est détendu.

B3) Elève 3

Elève 3	OUI					NON					PARTIELLEMENT				
	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
L'élève se met rapidement au travail.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève est impliqué dans le travail, il ne regarde pas ailleurs.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève demande de l'aide pour réaliser le travail.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
L'élève est silencieux.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève travaille sans s'interrompre.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								<input checked="" type="checkbox"/>		
Son visage est tendu, crispé.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
L'élève montre des signes de stress.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Son visage est détendu, apaisé.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
L'élève est bruyant.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					

L'élève trois est lui en CM1 et présente des difficultés à se concentrer et à rester concentré. Quant aux mathématiques, il a des résultats corrects dans les différents domaines même si le calcul mental lui fait quelque peu défaut. J'ai été très surpris par cet élève. Il s'est montré tout de suite très investi dans le travail contrairement à certaines fois en classe quand il faut le rappeler à l'ordre soit pour se concentrer, soit pour se mettre au travail. Comme on peut le voir dans les résultats, lors des cinq séances l'élève se met rapidement au travail, il est impliqué dans ce dernier, silencieux et surtout il ne s'interrompt pas sauf dans une des séances. Il n'est également pas bruyant et son visage est détendu durant le travail montrant que le travail ne le stresse pas. Cette grille d'observation corrélée avec le profil de

l'élève nous montre que l'utilisation des TICE en calcul mental est un facteur de motivation supplémentaire dans le cas ici d'un élève qui a des difficultés à se concentrer et à rester sur un travail.

Comme pour l'élève 1, son engagement qu'il soit cognitif, comportemental ou encore affectif a été excellent mis à part lors de la séance trois avec une légère distraction de l'attention et une interruption dans son travail. Mais cela ne doit pas remettre en cause sa volonté et son travail durant ces semaines d'expérimentation.

B4) Bilan

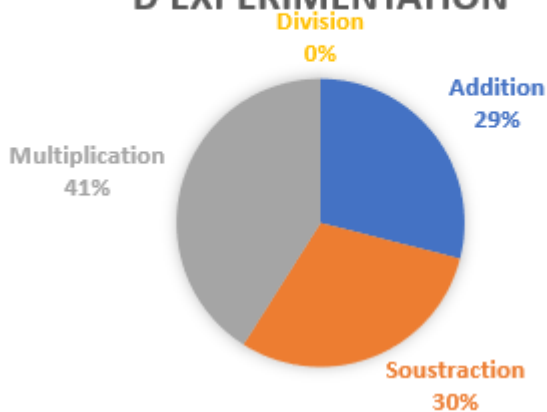
Ces trois grilles d'observation permettent de mettre en évidence que l'utilisation des TICE en calcul mental selon le profil de l'élève peut-être un facteur de motivation chez ces derniers. Comme on peut le voir chez l'élève 3 qui pourtant présentait des difficultés assez importantes à se concentrer, l'utilisation des TICE lui a été bénéfique dans la mesure où cette utilisation l'a motivé dans le travail qui a conduit à un accroissement de sa concentration. Chez l'élève 1, l'utilisation des TICE en calcul mental n'a en rien changé sa motivation qui était déjà importante, on peut donc dire que cette utilisation n'a pas eu d'effet négatif sur sa motivation mais qu'elle l'a confortée. Concernant l'élève 2, cette expérimentation ne lui a pas apportée de motivation supplémentaire comme on a pu le voir dans le tableau, ni d'aide pour se concentrer et y rester.

6.2 Hypothèse 2 :

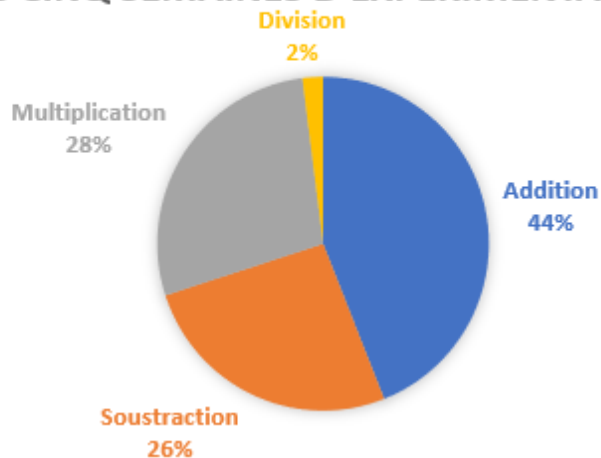
a) Répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe

Nous allons commencer par une comparaison en ce qui concerne la répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe lors de la première séance avec celle à l'issue des cinq semaines d'expérimentation pour constater si des différences ont eu lieu.

RÉPARTITION DES OPÉRATEURS À L'ISSUE DE LA PREMIÈRE SÉANCE D'EXPÉRIMENTATION



RÉPARTITION DES OPÉRATEURS À L'ISSUE DES CINQ SEMAINES D'EXPÉRIMENTATION



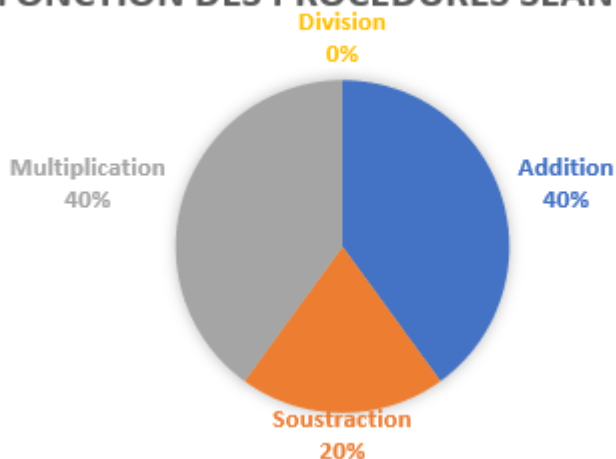
A l'issue des cinq semaines d'expérimentation, on peut observer une répartition différente des opérateurs utilisés. Premièrement, on observe l'apparition de la division qui était absente lors de la première semaine d'exploitation. Cela peut traduire, une utilisation de procédures nouvelles de la part des élèves comme par exemple la P16. A l'issue de la première semaine d'exploitation, la multiplication représentait 41 opérations sur 100 des opérations réalisées, la soustraction 30 opérations sur 100 alors que l'addition 29 opérations sur 100. Pour comparer avec la répartition après les cinq semaines d'expérimentation, on constate que l'utilisation de l'addition a augmenté passant de 29 à 44 opérations sur 100, la soustraction a légèrement diminué passant de 29 à 26 opérations sur 100. Pour ce qui est de la multiplication, la fréquence est passée de 41 opérations sur 100 à 28 opérations sur 100. Comme indiqué au-dessus, la division représente 2 opérations réalisées sur 100. On peut donc dire que les élèves ont acquis de nouvelles procédures notamment avec l'introduction de la division dans leurs opérations.

b) Répartition des opérateurs pour les trois élèves étudiés

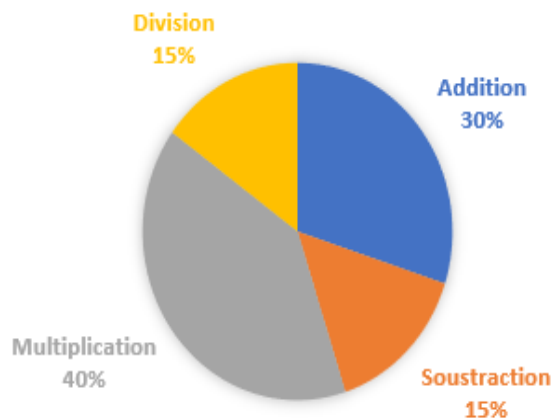
Ensuite, on peut comparer la répartition des opérateurs en fonction des procédures des trois élèves relevées lors de la séquence expérimentale. En effet, si l'élève utilise la procédure numéro 16 par exemple cela signifie qu'il a utilisé la division comme opérateur. De même s'il utilise la procédure 2 cela signifiera qu'il a utilisé l'addition.

Dans un premier temps comparons avec l'élève 1.

**RÉPARTITION DES OPÉRATEURS EN
FONCTION DES PROCÉDURES SÉANCE 1**



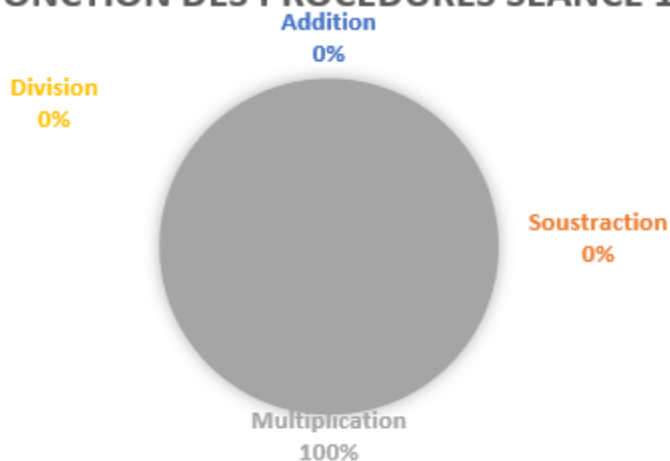
**RÉPARTITION DES OPÉRATEURS EN
FONCTION DES PROCÉDURES SÉANCE 5**



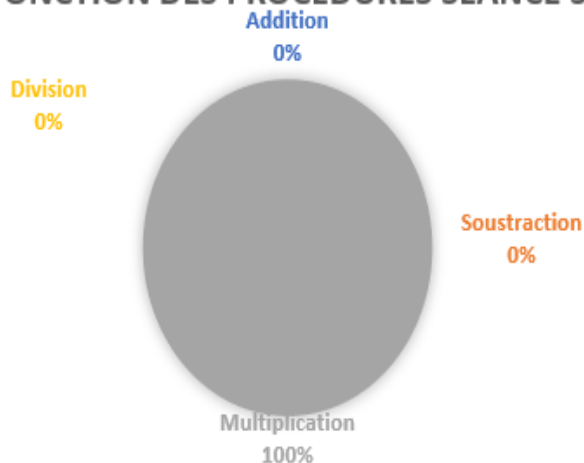
On constate qu'en fonction des procédures la répartition des opérateurs n'est pas la même lors de la première séance que lors de la dernière séance d'expérimentation. En effet, on constate dans un premier temps que l'ensemble des opérateurs est utilisé dans la cinquième séance ce qui traduit une meilleure compréhension des propriétés de certaines opérations. Dans un second temps, on voit que la répartition est également moins disparate entre les opérateurs. Ceci peut se traduire également par une meilleure compréhension des propriétés des opérations. L'élève par cette meilleure compréhension est donc plus à même pour mobiliser des procédures différentes selon les nombres et les calculs qui lui seront proposés à l'avenir. Les évolutions constatées chez cet élève sont dans la même optique que celles observées au sein de la classe avec l'apparition d'un nouvel opérateur donc d'une nouvelle procédure et également une répartition plus importante des opérateurs.

Voyons maintenant pour l'élève 2.

RÉPARTITION DES OPÉRATEURS EN FONCTION DES PROCÉDURES SÉANCE 1



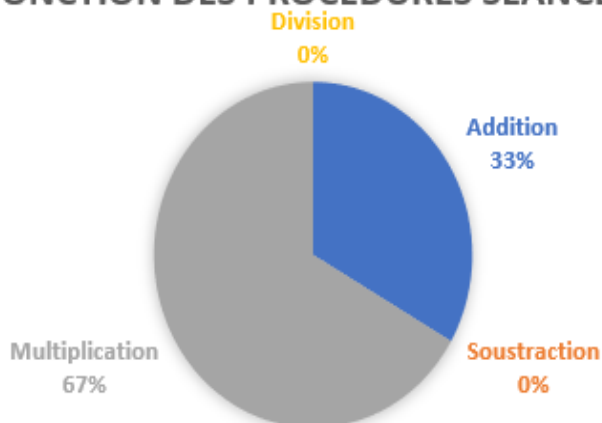
RÉPARTITION DES OPÉRATEURS EN FONCTION DES PROCÉDURES SÉANCE 5



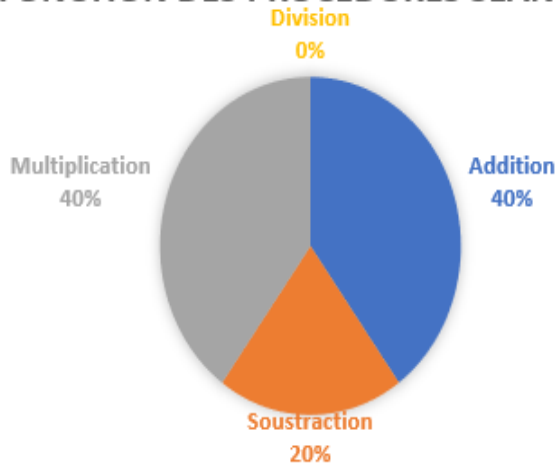
Pour cet élève, compte tenu de ses difficultés évoquées plus haut dans ce mémoire, il est difficile d'analyser ses données. En effet, mis à part lors de la quatrième séance où il utilise une procédure supplémentaire la P16, il utilise toujours la procédure P1 celle relative au calcul approché. L'élève multipliait toujours deux nombres entre eux en tentant de se rapprocher du nombre cible mais ensuite il s'arrêtait et n'arrivait plus à faire aucun calcul. Malheureusement, pour cet élève on ne peut constater de réelles évolutions dans ses procédures.

Dorénavant, intéressons-nous à l'élève numéro 3.

RÉPARTITION DES OPÉRATEURS EN FONCTION DES PROCÉDURES SÉANCE 1



RÉPARTITION DES OPÉRATEURS EN FONCTION DES PROCÉDURES SÉANCE 5



Pour cet élève, on constate dans un premier temps que l'élève utilise une nouvelle procédure de calcul. En effet, l'apparition de la soustraction montre cela. Dans un second temps, on voit que la multiplication représentait $\frac{2}{3}$ des opérateurs utilisés par l'élève alors qu'à l'issue des 5 semaines d'exploitation elle représente un peu plus d' $\frac{1}{3}$ des opérateurs utilisés. L'addition est également un peu plus utilisée par cet élève. La meilleure répartition des opérateurs utilisés traduit une évolution dans les procédures de cet élève qui arrive à mobiliser des procédures différentes selon les nombres qui lui sont proposés. On notera l'absence de la division dans les opérateurs du fait que l'élève est en CM1 et découvre la division cette année donc peut-être qu'il ne connaît pas encore toutes les propriétés de cet opérateur. Pour comparer par rapport à la classe, on voit que cet élève utilise également un nouvel opérateur à l'issue de la séquence expérimentale et qu'il a également comme la classe une meilleure répartition des opérateurs utilisés.

Cette analyse permet de voir l'évolution des procédures de cet élève au fur et à mesure de l'utilisation de Mathador.

c) Procédures des trois élèves étudiés

Ci-dessous les tableaux regroupant les diverses procédures utilisées par les trois élèves lors de chaque séance expérimentale.

Les procédures présentes dans les différents tableaux ont été recueillies de façon chronologique c'est-à-dire par ordre d'apparition durant les parties que j'ai observé.

C1) Procédures utilisées par l'élève 1

	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
	P1	P3	P2	P12	P12
	P2	P2Bis	P3	P2	P2
	P2Bis	P2	P1	P2Bis	P2Bis
	P3	P1	P16	P3	P3
	P12	P12	P2Bis	P1	P1
			P12		P15
					P16
Nombre de procédures utilisées par l'élève	5	5	6	5	7

Pour l'élève 1, on constate lors des deux premières séances que les procédures utilisées sont les mêmes. On peut remarquer une prédominance pour des procédures relevant du calcul automatisé comme les tables d'addition et de multiplication avec 3 procédures sur 5 utilisées. L'ordre d'apparition des différentes procédures n'est pas le même d'une séance à l'autre du fait que les nombres en jeu ne sont pas les mêmes d'une partie à une autre. Dès la séance trois, on peut remarquer l'apparition d'une nouvelle procédure la P16 (1 est un élément neutre de la division) qui montre la compréhension de nouvelles propriétés sur les opérations. Lors de chaque séance on constate également l'utilisation de la procédure P12 (passage à la dizaine supérieure) qui est une procédure relevant du calcul réfléchi. Lors de la séance 4, l'élève utilise les mêmes procédures que lors des séances une et deux. C'est lors de la séance 5 que l'élève va utiliser le plus de procédures avec 7 procédures utilisées. La nouvelle qui va intervenir est la P15 qui dit que 1 est un élément neutre pour la multiplication. Entre la première et la dernière séance d'expérimentation l'élève a utilisé deux nouvelles procédures la P15 et la P16. Grâce à cela, on peut dire qu'une évolution a eu lieu au niveau des procédures de cet élève. L'utilisation de Mathador lui a permis de mieux comprendre les propriétés de certaines opérations comme ici la multiplication et la division et de mettre en œuvre de nouvelles procédures en calcul mental.

C2) Procédures utilisées par l'élève 2

Sous-main avec les tables d'addition et de multiplication mis à disposition de l'élève à partir de la séance 3

	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
	P1	P1	P1	P1	P1
				P16	
Nombre de procédures utilisées par l'élève	1	1	1	2	1

Pour l'élève 2, on peut voir qu'il a utilisé deux procédures différentes. La procédure P1 relative au calcul approché est utilisée dans toutes les séances d'exploitation. En effet avec les observations que j'ai réalisées, j'ai pu constater que la seule stratégie de cet élève était de se rapprocher du nombre-cible mais très souvent après une seule opération il était bloqué et ne savait plus quoi faire pour atteindre ce dernier. Il met en place la procédure P16 lors de la quatrième séance qui consiste à diviser par 1. Au vu des difficultés que présente cet élève en calcul mental, je ne pense pas que l'utilisation de cette procédure traduise une quelconque compréhension des propriétés de la division. On peut donc dire que l'utilisation de TICE et ici Mathador n'a pas permis à cet élève de faire évoluer ses procédures.

C3) Procédures utilisées par l'élève 3

	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
	P1	P2	P3	P15	P1
	P2	P3	P2	P12	P3
	P3	P2Bis	P2Bis	P2	P12
		P12	P12	P2Bis	P2
		P1	P1	P3	P2Bis
				P1	
Nombre de procédures utilisées par l'élève	3	5	5	6	5

En ce qui concerne l'élève numéro 3, on peut voir dans un premier temps qu'il utilise trois procédures lors de la première séance avec une prédominance pour les résultats connus des tables d'addition et de multiplication. Dès la séance deux, deux nouvelles procédures apparaissent la P2 Bis ainsi que la P12, on peut déjà dire qu'une évolution a eu lieu entre ces deux séances. Lors de la troisième séance, les mêmes procédures sont reprises par l'élève. Mais durant la quatrième séance d'expérimentation, la procédure P15 est utilisée ce qui témoigne d'une nouvelle évolution des procédures de la part de cet élève qui comprend de nouvelles propriétés concernant les opérations. Lors de la dernière séance, l'élève utilise de nouveau les mêmes procédures que durant les séances deux et trois. Les procédures mises en jeu par cet élève ont doublé entre la première et la quatrième séance d'expérimentation, ce qui témoigne d'une évolution majeure dans les procédures mises en place. Durant mes observations, j'ai également pu constater une plus grande aisance dans la manipulation des nombres et des opérateurs de la part de cet élève. Je l'ai senti beaucoup plus à l'aise avec les nombres et les opérateurs ce qui traduit leurs meilleures compréhensions.

7. Résultats

L'analyse des séances faisant intervenir le jeu de calcul mental Mathador, a permis de mettre en exergue de nombreux points sur mon objet de recherche ainsi que mes hypothèses.

7.1 Hypothèse 1

En effet, les élèves ont aimé travailler avec la tablette et la plupart ont eu un sentiment positif quant à l'annonce de l'utilisation de celle-ci. L'aspect ludique de Mathador permet aux élèves d'y être pleinement impliqué. Le fait de passer par le jeu a rendu les apprentissages plus attractifs. Ainsi, l'analyse des grilles d'observations des trois élèves ainsi que le questionnaire passé par l'ensemble de la classe ont permis de montrer l'apport possible des TICE ici Mathador dans la motivation des élèves. Le questionnaire passé par les élèves est basé sur des ressentis ce qui relève du déclaratif de leur part. C'est pourquoi en croisant ce dernier avec les observables de la grille d'observation qui eux révèlent ce qui s'est réellement passé dans la classe il est possible de valider l'hypothèse numéro 1, celle selon laquelle l'utilisation des TICE en calcul mental par les élèves serait plus motivante pour eux que des activités orales ou écrites classiques.

7.2 Hypothèse 2

Concernant désormais la seconde hypothèse, en analysant les procédures des trois élèves observés ainsi que les données fournies par l'application Mathador, mais également en analysant les données de l'ensemble de la classe, il est possible de valider l'hypothèse numéro 2 qui disait que l'utilisation d'application numérique pour travailler en calcul mental comme ici Mathador permettrait aux élèves de faire évoluer leurs procédures. En effet, l'analyse de ces différentes données a permis de montrer en quoi l'utilisation d'application numérique en calcul mental aide les élèves et dans quelle mesure elle les aide. Les aides que l'on peut remarquer se situent au niveau des procédures des élèves et au niveau de la répartition des opérateurs utilisés. J'ai constaté par l'analyse des données des trois élèves étudiés que leurs procédures ont évolué, de nouvelles procédures ont été mobilisées ce qui montre une meilleure habileté en calcul mental et une meilleure compréhension des situations en jeu, grâce à une meilleure compréhension du sens et des propriétés des opérations. La meilleure répartition des opérateurs pour l'ensemble de la classe et pour les trois élèves étudiés traduit une meilleure compréhension des propriétés et du sens des opérations ce qui permet aux élèves d'utiliser des procédures diverses en lien avec d'autres opérateurs qui n'étaient pas mobilisables avant. Les applications numériques ici Mathador permettent donc une évolution des procédures des élèves en calcul mental qu'ils pourront mobiliser dans d'autres domaines mathématiques.

Les données recueillies durant la séquence expérimentale ont donc permis de valider les deux hypothèses présentées dans ce mémoire.

Conclusion

Dès le début d'année, j'ai constaté que les élèves de la classe de CM1-CM2 dans laquelle j'enseigne chaque lundi avaient de nombreuses difficultés et notamment en calcul mental. Or, le calcul mental est un élément indispensable que ce soit dans la vie quotidienne ou à l'école puisque nous sommes amenés à le pratiquer très régulièrement. De plus, sans la maîtrise de cette discipline, les autres disciplines s'en trouvent impactées comme par exemple lors de la résolution de problèmes ; c'est pourquoi les programmes scolaires et de nombreux chercheurs lui accordent davantage de place et préconisent une pratique régulière afin d'automatiser des procédures et des stratégies de calcul mental. Dans cette perspective, j'ai recherché les effets que pourrait avoir l'utilisation des TICE, notamment l'application Mathador, dans l'évolution des procédures de calcul mental chez des élèves de CM1-CM2, durant une séquence réalisée en période 3.

Ce travail a montré que l'utilisation des TICE est efficace dans la transmission et la consolidation des apprentissages en calcul mental mais également dans la motivation des élèves. En effet, Mathador a permis de travailler différents aspects du calcul mental : mémorisation des tables – travail sur les propriétés et le sens des opérations – consolidation d'automatismes – découverte de nouvelles procédures. Comme vu dans la partie théorique de ce mémoire grâce aux résultats de la recherche de Butlen et Charles-Pézard (2007), les élèves manquent d'automatismes dans les procédures en calcul mental. Cela provient du fait que les connaissances sur le sens et les propriétés des opérations sont insuffisantes ce qui provoque un blocage dans l'utilisation de procédures plus efficaces et rapides en calcul mental. Ces résultats sont en adéquation avec les résultats exposés dans ce mémoire. En effet, l'utilisation de Mathador a montré qu'une meilleure compréhension du sens et des propriétés des opérations chez les élèves conduit à une évolution de leurs procédures en calcul mental ce qui faisait défaut auparavant. On constate donc que l'utilisation de Mathador permet de renforcer ces connaissances et de développer des procédures nouvelles. L'utilisation de Mathador a également permis de constater que c'est un facteur de motivation supplémentaire pour les élèves. En lien avec la problématique, nous pouvons donc affirmer que Mathador est un outil efficace pour faire évoluer les procédures des élèves et favoriser la compréhension chez les élèves du sens et des propriétés des opérations en calcul mental en CM1-CM2. C'est en ce sens que nous pouvons dire que Mathador s'inscrit

pleinement dans une démarche éducative et pédagogique et valider ainsi nos deux hypothèses de recherche :

- L'utilisation des TICE en calcul mental est plus motivant pour les élèves que des activités orales ou écrites.
- L'utilisation des TICE ici Mathador permet de faire évoluer les procédures des élèves en calcul mental.

Certaines limites sont toutefois à prendre en compte et ouvrent de nouvelles pistes d'étude pour de futures recherches. En effet, j'ai constaté à travers cette expérimentation que la dimension ludique associée aux TICE n'est pas appropriée à tous les apprentissages et qu'il faut savoir s'en séparer car le plaisir que peuvent ressentir les élèves à l'idée de « jouer » peut entraîner des débordements et freiner leurs apprentissages. C'est pourquoi, pour garantir l'efficacité des apprentissages, c'est à nous enseignant, de les adapter en adéquation avec les objectifs visés, les compétences et les capacités des élèves, au risque de rendre son utilisation inutile.

Dans le cadre de ma formation professionnelle, ce mémoire m'a permis de comprendre que le calcul mental était une discipline à part entière et qu'il était indispensable de le pratiquer quotidiennement, en suivant une progression cohérente pour donner du sens aux apprentissages des élèves. De plus, je pourrai utiliser ce que j'ai appris tout au long de ce mémoire à travers mes recherches, mes lectures et l'expérimentation pour améliorer mon enseignement. Ce travail sur ce mémoire est transposable aux autres domaines d'enseignement. En effet, la réflexion sur les différentes procédures mobilisables de la part des élèves qui fait partie de l'analyse a priori doit se faire dans l'ensemble des activités que l'on propose et dans l'ensemble des domaines disciplinaires enseignés par le professeur des écoles. Cette analyse a priori est d'une grande aide pour l'enseignant puisque cela lui permet d'anticiper les procédures dont les élèves disposent et d'anticiper les erreurs possibles des élèves pour leur apporter l'aide dont ils ont besoin. L'analyse et l'interprétation des résultats des élèves permet aussi de constater de la pertinence de notre enseignement. De cette analyse, l'enseignant pourra ajuster son enseignement selon les besoins des élèves qu'il aura décelé. La lecture d'article de recherche ou pédagogique est également très importante car elle permet de prendre acte des nouvelles manières d'enseigner efficacement les disciplines dont les professeurs des écoles ont la charge et de s'actualiser sur ces connaissances didactiques ce qui participe à la formation continue des enseignants qui est une

compétence du référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation. Ce mémoire a également été l'occasion de me questionner sur la façon pertinente d'utiliser les TICE avec les élèves. Elles prennent une place de plus en plus grande dans les classes du fait de l'importance croissante qu'elles prennent dans les instructions officielles. C'est pourquoi, il est nécessaire de les mettre en place dans sa classe quand cela est possible et de penser l'articulation entre les moments où l'on utilise les TICE et les moments où l'on ne les utilise pas pour permettre une efficacité maximum dans les différents enseignements et pas seulement en calcul mental. Les recherches de Grugeon-Allys & Grapin (2020) présentées dans la partie théorique rejoignent ces propos. En effet, comme cité dans l'article, il faut que l'enseignant pense « la progression dans le temps des connaissances instrumentales et mathématiques ainsi que les institutionnalisations associées ». Les TICE ont donc des potentialités non négligeables dans l'enseignement mais leur utilisation doit être construite et pensée en articulation avec des activités papier/crayon et des moments d'institutionnalisation afin d'en tirer une efficacité maximum.

Sitographie :

-https://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/programme_CE2_CM1_CM2.htm

-https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_1362576/grille-d-observation-de-l-engagement-dans-l-apprentissage-scolaire-des-eleves-en-classe?details=true

Bibliographie :

- Programme de cycle 3 de 2020 du Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports

- Programme de cycle 3 de 2015 du Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports

- Ministère de l'Éducation Nationale (2016). Mathématiques. Documents d'accompagnement des programmes de 2016. Le calcul aux cycles 2 et 3.

- BUTLEN Denis & CHARLES-PEZARD Monique (2007). Conceptualisation en mathématiques et élèves en difficulté. Le calcul mental, entre sens et technique. Grand N n°79, 7-32

- Grugeon-Allys, B & Grapin, N. (2020) *Apport du numérique dans l'enseignement et l'apprentissage des nombres, du calcul et de l'algèbre*. Paris : Cnesco-Cnam

Résumé

L'objectif de ce mémoire était de voir dans quelles mesures les TICE et plus particulièrement Mathador pouvait avoir une influence sur la motivation et les apprentissages des élèves. Les recherches de Butlen & Charles-Pezard (2007), montre que c'est le manque d'automatisme dans les procédures des élèves en calcul mental qui pose problème. De plus, les élèves mobilisent des procédures qu'ils pensent sûres au détriment de procédures plus rapides et efficaces. C'est pourquoi j'ai cherché à savoir : « Comment l'utilisation des TICE peut-elle aider les élèves à faire évoluer leurs procédures en calcul mental ? ». Cette problématique était construite autour de deux hypothèses. La première concernait la motivation des élèves et en quoi l'utilisation des TICE en calcul mental était plus motivante pour eux. La seconde relevait des procédures mises en place par les élèves et comment l'utilisation de Mathador pour travailler en calcul mental permettrait de faire évoluer leurs procédures. Pour tester la première hypothèse, je me suis appuyé sur un questionnaire et une grille d'observation. Puis, pour la seconde hypothèse, j'ai analysé les procédures de trois élèves et ensuite étudié la répartition des opérateurs chez ces trois mêmes élèves ainsi que pour l'ensemble de la classe grâce à l'application numérique Mathador.

Abstract

The aim of this thesis was to see to what extent ICT and more particularly Mathador could have an influence on the motivation and learning of pupils. Research by Butlen & Charles-Pezard (2007) shows that it is the lack of automatism in pupils' mental calculation procedures that poses a problem. Moreover, pupils mobilise procedures that they think are safe to the detriment of faster and more efficient procedures. This is why I wanted to know : "How can the use of ICT help pupils to improve their mental calculation procedures? This problematic was built around two hypotheses. The first one concerned the motivation of the pupils and how the use of ICT in mental calculation was more motivating for them. The second concerned the procedures implemented by the pupils and how the use of Mathador to work on mental arithmetic would enable their procedures to evolve. To test the first hypothesis, I used a questionnaire and an observation grid. Then, for the second hypothesis, I analysed the procedures of three pupils and then studied the distribution of operators among these same three pupils as well as for the class as a whole thanks to the Mathador digital application.

Liste mots clés : Calcul mental – Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE) – Procédures – Mathador – Motivation – Propriétés et sens des opérations