



HAL
open science

Les compétences en calcul mental automatisé et réfléchi sont-elles plus facilement atteignables pour les élèves lorsqu'elles sont travaillées avec le jeu Mathador ?

Laura Berteloot

► To cite this version:

Laura Berteloot. Les compétences en calcul mental automatisé et réfléchi sont-elles plus facilement atteignables pour les élèves lorsqu'elles sont travaillées avec le jeu Mathador ?. Education. 2019. dumas-02295276

HAL Id: dumas-02295276

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02295276v1>

Submitted on 15 Sep 2021

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

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

MASTER 2 MEEF

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

Mention **Premier degré**

Année universitaire 2018 - 2019

**Mémoire
Semestre 4
session 1**

Les compétences en calcul mental automatisé et réfléchi sont-elles plus facilement atteignables pour les élèves lorsqu'elles sont travaillées avec le jeu Mathador ?

Prénom et Nom de l'étudiant : Laura BERTELOOT

Site de formation : ARRAS

Section : 3

Nom de l'enseignant : Madame MANGIANTE



SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1. INSTRUCTIONS OFFICIELLES	3
2. PISTES DE RECHERCHES	4
2.1 Calcul mental	4
2.1.1 Le rôle du calcul mental	4
2.1.2 Les différents types de calcul mental	5
2.2 Le jeu	8
2.2.1 Les mathématiques par les jeux	8
2.2.2 Les trois types de jeux selon Nicole DE GRANDMONT	9
2.2.3 Quel jeu mettre en place ?	10
2.2.4 Présentation du jeu Mathador Flash	11
3. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE	13
4. EXPÉRIMENTATION	14
4.1 Contexte	14
4.2 Présentation de l'utilisation du jeu en classe	15
4.3 Déroulement de l'expérimentation	15
4.4 Analyse a priori du rituel	17
4.4.1 Analyse des procédures possibles	18
4.4.2 Analyse des difficultés rencontrées	19
4.4.3 Analyse des variables didactiques	19
4.4.4 Analyse des variables pédagogiques	20
4.4.5 Analyse des savoirs visés	21
5. TRAITEMENT DE DONNÉES : ANALYSES ET RÉSULTATS	22
5.1 Rapidité	22
5.2 Efficacité	25
5.2.1 Retour sur le parcours d'Inès	26

5.2.2 Retour sur le parcours d'Océane	28
5.2.3 Retour sur le parcours d'Ornela	31
5.3 Plaisir	34
5.3.1 Ressenti des élèves avant la mise en place du jeu	34
5.3.2 Ressenti des élèves après la mise en place du jeu	37
CONCLUSION	40
BIBLIOGRAPHIE	42
SITOGRAFIE	43
ANNEXES	44

INTRODUCTION

Les mathématiques sont souvent appréhendées comme une matière difficile et même dans certains cas, ennuyeuse. Mon passé d'élève dans cette discipline m'a laissé perplexe du fait de certaines difficultés rencontrées. C'est pourquoi, j'ai choisi d'intégrer le séminaire de mathématiques car j'aimerais transmettre aux élèves l'envie de pratiquer cette matière et en aucun cas de la « subir ». Je ne souhaite pas transmettre à mes futurs élèves les appréhensions que j'ai pu moi-même ressentir en cours de mathématiques. Bien souvent, ces derniers perçoivent les mathématiques comme une matière « abstraite » ou « trop difficile » qui risque de créer un blocage les empêchant de progresser. Le choix de mon thème principal de sujet de mémoire me semble donc naturel : travailler les mathématiques autrement : par **le jeu**. En effet, durant ma scolarité, je n'ai pas le souvenir d'avoir « joué » ou vécu des situations ludiques en mathématiques pour découvrir ou apprendre une notion, à mon plus grand regret car je percevais cette matière trop abstraite. J'aimerais donc montrer aux élèves qu'on peut prendre plaisir à faire des mathématiques, notamment grâce au jeu.

Le jeu fait partie intégrante de l'univers des enfants. Selon Pauline KERGOMARD (dans les années 1900) qui place le jeu au coeur de la pédagogie : « *Le jeu, c'est le travail de l'enfant, c'est son métier, c'est sa vie* ». Dans les instructions officielles, le jeu apparaît comme une discipline à part entière à l'école maternelle. En revanche, à l'école élémentaire, il n'est ni préconisé, ni interdit mais laissé au choix de l'enseignant. Cependant, pourquoi ne pas continuer à mettre en place automatiquement le jeu au cycle 2 et au cycle 3 ? En effet, le jeu n'a pas d'âge. Les adultes comme les enfants peuvent aimer jouer car le caractère ludique du jeu permet de mettre en place des stratégies afin de gagner, provoquer du plaisir et de l'émulation.

Mes stages réalisés en première année de Master m'ont permis d'observer la discipline des mathématiques tant du côté de l'élève que de l'enseignant. J'ai ainsi pu relever certaines réactions, envies ou même difficultés chez les élèves et j'ai eu l'opportunité de mener seule certaines séances de mathématiques. Une expérience lors de mon stage en cycle 2, plus précisément en classe de CE2 m'a permis de confirmer mon

choix de travailler sur le jeu. En effet, j'ai observé à plusieurs reprises des séances de calcul mental (sur le complément à 100) et il s'avère que le déroulement de ces séances s'effectuait toujours de la même manière. Celles-ci duraient environ 15 minutes, les élèves prenaient leur cahier et l'enseignante dictait les calculs à effectuer. D'un point de vue extérieur et en observant plus particulièrement ces séances, j'ai pu ressentir une certaine démotivation chez quelques élèves (certains étaient en difficulté et n'osaient pas écrire la réponse par peur de l'erreur, d'autres à l'inverse semblaient « s'ennuyer » car ils répondaient très rapidement au calcul demandé par rapport à d'autres élèves). Il ne s'agit en aucun cas d'émettre une critique sur les méthodes de travail de l'enseignant, mais ces séances m'ont permis de mûrir mes réflexions.

Mon stage m'a donc permis de confirmer le choix de mon sujet et mon intention initiale :

- Travailler sur **le jeu en mathématiques**.
- Cibler le domaine mathématique sur lequel travailler : **le calcul mental**.

Tout enseignant souhaite que ses élèves apprennent. Personnellement, j'aimerais leur donner le plaisir d'apprendre en mathématiques. Au-delà de l'aspect motivant du jeu, j'aimerais également montrer qu'il va bien au-delà de l'aspect ludique car il permet aux élèves un réel apprentissage, l'appropriation d'une notion, le développement de certaines stratégies, un recul affectif par rapport à l'erreur...

Je commencerai tout d'abord par évoquer la place du calcul mental dans les instructions officielles puis par présenter une synthèse de mes lectures. J'expliciterai ensuite mon expérimentation. Enfin, il conviendra d'analyser les résultats obtenus.

1. INSTRUCTIONS OFFICIELLES

Dans le domaine « mathématiques » du bulletin officiel n°30 du 26 juillet 2018, on trouve bien évidemment une place dédiée au calcul mental étant donné qu'il fait partie des différentes formes de calculs au cycle 2 et au cycle 3.

Concernant sa mise en œuvre, les instructions officielles insistent sur une dimension essentielle : **la pratique quotidienne**. En effet, le calcul mental doit être travaillé quotidiennement et ce pour toutes les classes de l'école élémentaire. Les instructions évoquent deux types de séances à alterner en calcul mental :

- des séances courtes d'une durée d'environ 15 minutes.
- des séances plus longues, d'environ 30 minutes favorisant la recherche, l'élaboration, la comparaison, l'explicitation de différentes stratégies, procédures de calcul.

Cette pratique régulière permet aux élèves de consolider leur maîtrise des nombres et des opérations et par conséquent permet l'appropriation d'automatisme telle que des procédures ou des stratégies. Les programmes insistent également sur l'importance et l'utilité du calcul mental dans la vie quotidienne des élèves : « *Le calcul mental est essentiel dans la vie quotidienne où il est souvent nécessaire de parvenir rapidement à un ordre de grandeur du résultat d'une opération, ou de vérifier un prix, etc.* ».¹

Cependant, il n'y a pas de forme ou de support imposé pour mener à bien les séances de calcul mental. L'enseignant est donc libre de choisir s'il souhaite travailler avec les élèves sur ardoise, sur fiche, sur tableau, sur cahier, diaporama... à l'oral ou à l'écrit.

Comme annoncé précédemment dans l'introduction, le jeu fait partie intégrante des programmes et apparaît comme une discipline à part entière à l'école maternelle. Toutefois, à partir de l'école élémentaire, la notion de jeu n'est plus présente dans les instructions officielles. Cependant, même si la notion de jeu n'apparaît pas spécifiquement, aucune indication ne l'interdit. L'enseignant peut donc mettre en place dans sa classe des temps de jeux pour apprendre, des exercices avec de la manipulation... d'autant plus que le nouveau bulletin officiel insiste désormais sur le fait que le calcul doit être structuré, explicite et doit surtout s'appuyer sur des situations de manipulations.

¹ BO n°30 du 26 juillet 2018

Ainsi, afin de confirmer mon intention initiale de travailler sur ce sujet, j'ai consulté les instructions officielles dans le but de vérifier si d'une part le domaine mathématique sur lequel je souhaite travailler (le calcul mental) est présent dans les programmes et d'autre part si la manière dont je veux travailler ce domaine en classe (par le jeu) n'était pas contre-indiqué. En effet, pour tout enseignant, le bulletin officiel est à consulter avant de débiter tout enseignement. Le sujet s'inscrit donc parfaitement dans les programmes actuels de l'école élémentaire.

2. PISTES DE RECHERCHES

Mon travail de recherche s'est axé dans un premier temps sur le calcul mental : sa nature, son rôle, étant donné qu'il s'agit du domaine mathématique au cœur de ce mémoire.

2.1 Calcul mental

2.1.1 Le rôle du calcul mental

Le document d'accompagnement Éducol : *Le calcul aux cycles 2 et 3* présente **les différentes formes de calculs** inscrites dans les programmes :

- Calcul mental
- Calcul en ligne
- Calcul posé
- Calcul instrumenté.

Ces différentes formes sont utilisées en interactions et sont complémentaires les unes aux autres. Le document présente donc les objectifs de chaque calcul ainsi qu'une progressivité des apprentissages et propose différentes stratégies d'enseignement. Ainsi, j'ai découvert grâce à ce document certains objectifs précis du calcul mental, puisque bien évidemment chaque type de calcul a des objectifs bien spécifiques. On peut citer par exemple que le calcul mental est travaillé afin de :

- développer la connaissance des nombres
- travailler le sens des opérations

- déterminer un ordre de grandeur

Cela me permet ainsi de mieux comprendre le rôle du calcul mental en mathématiques. En effet, je me suis aperçue grâce à cette lecture que le calcul mental n'est pas un enseignement à part mais qu'il permet de mieux aborder d'autres notions mathématiques : la compréhension et la construction des nombres, le sens des opérations... De plus, on peut dire que le calcul mental a un rôle social étant donné qu'il est indispensable dans la vie quotidienne, pour calculer un ordre de grandeur rapidement par exemple.

À travers ce document d'accompagnement, le calcul mental est défini comme étant : « *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.* ».

Néanmoins, même si cette lecture m'a permis de comprendre le rôle du calcul mental, j'ai pu me rendre compte qu'elle ne me suffisait pas à bien définir ce qu'il était. En effet, le document traite de l'ensemble des formes de calcul du bulletin officiel et non spécifiquement du calcul mental. J'ai donc décidé d'affiner mes recherches.

2.1.2 Les différents types de calcul mental

Généralement, lorsque l'on évoque le terme de calcul mental, notre première pensée est par réflexe celle de l'automatisme. En effet, si on interroge plusieurs individus sur leur conception de son enseignement, l'image qui ressort principalement d'une séance est un enseignant qui dicte à ses élèves un calcul et qui attend d'eux une réponse bien précise. Cependant, actuellement, on distingue différentes formes de calcul mental. C'est ce que j'ai pu découvrir lors de l'écoute de la conférence d'Éric TROUILLOT : *Le calcul mental et les pratiques en classe avec le jeu et les TICE*. Il distingue trois types de calcul mental qui vous sont présentés ci-dessous.

- **Le calcul mental automatisé**

On parle de calcul mental automatisé lorsque la réponse à un calcul est immédiate, instantanée. Il s'agit donc de résultats que les élèves ont en mémoire et qui sont stables dans le temps. La mémorisation de ces résultats se construit progressivement puis

s'automatise. Nous pouvons citer pour exemple les tables de multiplication. En effet, une fois apprise, il nous faut alors peu d'efforts pour répondre à un calcul du type 6×6 et cela s'apparente à un exercice routinier. En classe, le calcul mental automatisé est souvent mis en œuvre en suivant le procédé de « la Martinière ». Les élèves ont une ardoise, l'enseignant énonce un calcul, il les laisse réfléchir quelques secondes. Au premier signal, les élèves écrivent la réponse, au second signal ils lèvent l'ardoise et l'enseignant vérifie les résultats.

Ainsi, pour le calcul mental automatisé, les résultats sont disponibles immédiatement. Soit parce qu'ils sont en mémoire (les tables par exemple), soit parce qu'ils sont obtenus par une procédure automatisée et connue (soustraire 9 à un nombre par exemple, on enlève d'abord 10 puis on ajoute 1).

- **Le calcul mental réfléchi**

On parle de calcul mental réfléchi lorsque la réponse à un calcul n'est plus immédiate. Il faut alors mettre en œuvre différentes stratégies et procédures afin de répondre au calcul demandé. Le calcul mental réfléchi demande donc aux élèves un certain effort à mener, à l'inverse du calcul mental automatisé. Cependant, dans ce type de calcul mental, les élèves réinvestissent les connaissances acquises en calcul mental automatisé qui vont alors être un outil permettant de mener à bien leurs diverses recherches. Le calcul mental réfléchi demande donc une réflexion plus complexe. On peut citer par exemple : $45 + 17$ ou encore 6×15 .

En classe, pour mettre en œuvre une séance de calcul mental réfléchi, l'enseignant peut proposer une situation de recherche qui donne sens en s'apparentant à la résolution d'un problème par exemple (contrairement au calcul mental automatisé où les résultats sont mémorisés sans pour autant qu'il y ait un sens). Dans un premier temps, l'enseignant laisse à disposition un support écrit pour les élèves qui le souhaitent et un temps de recherche. Puis dans un second temps, vient le moment de la mise en commun, c'est-à-dire la verbalisation et l'explicitation des différentes stratégies mises en place par les élèves à l'ensemble de la classe. Ces différentes stratégies sont écrites au tableau puis comparées. On peut donc discuter avec les élèves des différentes manières d'arriver à la solution, de la

stratégie la plus efficace, la plus complexe, la moins complexe... afin d'arriver ensuite à une institutionnalisation. Cette mise en commun est un moment essentiel pour mener à bien une séance de calcul mental réfléchi dans la mesure où faire verbaliser les élèves va permettre le partage de différentes stratégies et sans doute la réutilisation de ces stratégies par les élèves. Le calcul mental réfléchi évolue donc dans le temps et varie car il existe différents types de stratégies et les élèves peuvent être amenés à les faire évoluer ou même à en découvrir de nouvelles.

- **Le calcul mental à l'envers**

Au cours de sa conférence, Éric TROUILLOT met en avant un complément au calcul mental automatisé et au calcul mental réfléchi : le calcul mental à l'envers. Le principe est le suivant :

- Les élèves ont un nombre cible, par exemple : **35**
- Ils disposent de nombres, comme par exemple : 1 - 2 - 1 - 4 - 7, pour fabriquer ce nombre cible à l'aide des 4 opérations (addition, soustraction, multiplication, division) ou non.
- Une des solutions peut être par exemple : $7 + 2 = 9$; $9 \times 4 = 36$; $36 - 1 = 35$.

L'avantage de ce type de calcul mental est qu'il permet aux élèves de mieux percevoir le sens des nombres et des opérations étant donné que le nombre cible à fabriquer est d'abord décomposé avant de chercher à l'atteindre. Ainsi, travailler régulièrement le calcul mental à l'envers permet aux élèves d'utiliser de nombreuses compétences mathématiques simultanément : le calcul automatisé, réfléchi, les ordres de grandeur, la décomposition du nombre. De surcroît, dans ce type de calcul mental, l'élève est acteur car il choisit lui-même les opérations qu'il va effectuer, contrairement au calcul mental automatisé où il n'y a pas de choix possible et où l'on attend simplement de l'élève l'unique réponse du calcul. Éric TROUILLOT évoque l'importance de travailler ces trois types de calcul mental.

Ainsi, après avoir affiné mes recherches sur le domaine mathématique sur lequel je travaille, je me suis alors demandé comment faire vivre le calcul mental en classe, comment impliquer et motiver les élèves. En effet, les études actuelles dressent un constat

alarmant de la baisse des capacités des élèves dans le domaine du calcul en France. Parmi ces études nationales et internationales, on peut citer par exemple :

- la conférence de consensus « *nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire* » organisée par le Conseil National d'Évaluation du Système Scolaire (CNESCO) et l'Institut Français de l'Éducation (IFÉ) en novembre 2015.
- l'enquête internationale TIMSS en 2015.

Effectivement, celles-ci nous montrent les résultats très faibles en calcul notamment à l'école élémentaire. Au-delà de ce que j'avais pu observer en stage en mathématiques, la lecture de ces enquêtes m'a donc davantage impliqué dans ce sujet. C'est pourquoi je me suis demandé comment faire en sorte de réconcilier les élèves avec la discipline des mathématiques. Comment leur donner envie d'aller vers les nombres, comment leur permettre d'aborder les mathématiques à l'école de façon plus sereine : **par le jeu**.

2.2 Le jeu

2.2.1 Les mathématiques par les jeux

Tout d'abord, je me suis appuyée sur la lecture d'un document d'accompagnement Éduscol : *Les mathématiques par les jeux aux cycles 3 et 4*. Ce document permet d'aider les professeurs à s'investir dans une démarche pédagogique du jeu en tentant de répondre à plusieurs interrogations telles que : pourquoi jouer en mathématiques ? comment mettre en place le jeu en classe ? quel est le rôle de l'enseignant lors du jeu ? Grâce à ce document d'accompagnement, j'ai pu relever les nombreux **avantages** de l'utilisation du jeu en classe. Il permet en effet de :

- Gagner du temps dans la compréhension des connaissances
- Développer la prise d'initiative des élèves
- Mettre en œuvre de nombreuses compétences mathématiques : chercher, modéliser, calculer, raisonner...
- Rendre les élèves plus actifs et acteurs de leurs apprentissages
- Développer des compétences telles que les stratégies, la rigueur, la concentration
- Favoriser l'autonomie et la coopération entre élèves, le respect des règles

Nous pouvons donc constater que l'utilisation du jeu est réellement pertinente et j'ai pu découvrir grâce à ce document certains aspects que je ne soupçonnais pas. De

même, avant cette lecture, je me questionnais sur **le rôle de l'enseignant** lors de la mise en place d'un jeu en classe. Doit-il intervenir sans cesse ? Doit-il laisser les élèves découvrir le jeu par eux-mêmes ? Le document m'a permis d'éclaircir ces interrogations puisqu'il évoque le sujet dans l'un de ses paragraphes. Il stipule en effet que l'enseignant doit laisser les élèves jouer et débattre entre eux, observer, arbitrer et organiser une explication collective en fin de séance pour faire le point sur ce que les élèves ont appris et compris. L'enseignant se met donc en situation de retrait au cours du jeu et se recentre sur ses objectifs lors de la mise en commun. De plus, il me paraît essentiel de savoir à quel moment d'une séquence il est préférable d'**introduire le jeu** en classe. À travers cette lecture, j'ai remarqué qu'il était possible de l'introduire à différents moments d'apprentissages : introduction d'une notion nouvelle, construction d'automatisme, approfondissement, remédiations... puisqu'il est considéré au même titre qu'une activité mathématique ordinaire. Toutefois, le document recommande de commencer par des jeux courts avec des règles simples, en début et en fin de séance (par exemple en calcul mental) afin que les élèves s'habituent à cette méthode de travail. Cela me permet d'envisager une première hypothèse de travail possible : faire des rituels de calcul mental grâce à un jeu.

2.2.2 Les trois types de jeux selon Nicole DE GRANDMONT

Afin d'approfondir ma recherche sur la notion d'apprentissage par le jeu, j'ai découvert l'ouvrage de Nicole DE GRANDMONT, *Pédagogie du jeu, jouer pour apprendre*, paru en 1995 chez les Éditions LOGIQUES. En effet, il n'est pas chose aisée de définir le jeu.

Nicole DE GRANDMONT en définit trois types :

- **Le jeu ludique**

Le jeu ludique est défini dans l'ouvrage comme une activité gratuite et spontanée. Ce jeu n'a pas de limite de temps ou d'espace, il peut être présent à l'école, au travail... Il s'agit avant tout d'un moment privilégié où aucune règle n'est imposée et où le joueur expérimente le plaisir, l'émotion, la gratuité et la surprise. C'est avant tout **le plaisir** qui est le moteur du jeu ludique.

- **Le jeu éducatif**

Le jeu éducatif a pour objectif d'**apprendre de nouvelles connaissances** sans pour autant que l'élève n'ait besoin de prérequis spécifiques. Il s'agit d'un jeu très structuré qui par conséquent amène à la bonne réponse et devient un exercice répétitif pour l'élève. C'est pourquoi lorsque celui-ci connaît bien le jeu, ce dernier perd un peu de son intérêt.

- **Le jeu pédagogique**

Dans cet ouvrage, le jeu pédagogique est défini comme étant « *l'art d'instruire au moyen d'actions libres et fictives.* ». Son objectif premier est d'**instruire**. À travers ce jeu, intervient la notion de plaisir (il est toujours plaisant de se dépasser, de vérifier ses compétences, de faire la compétition) mais contrairement au jeu ludique, le plaisir ici est commandé. De plus, le jeu pédagogique fait appel aux connaissances des élèves. Il permet ainsi de prolonger le jeu éducatif qui devient à terme répétitif pour l'élève en amenant à de nouveaux besoins. En effet, l'élève va devoir organiser ses connaissances initiales, les agencer, les reconstruire afin d'arriver à une nouvelle connaissance.

Cet ouvrage m'a apporté de nouvelles connaissances à propos des différents types de jeux qui peuvent exister et m'a aidé à déterminer quel type de jeu utiliser en classe. Pour ma part, le jeu à utiliser en classe est le jeu pédagogique tel que le définit Nicole DE GRANDMONT. Elle montre que c'est ce type de jeu qui apporte le plus de connaissances. Il permet aux élèves d'organiser leurs connaissances initiales, de mettre en place des stratégies afin d'arriver à de nouvelles connaissances et cela me semble efficace et nécessaire.

2.2.3 Quel jeu mettre en place ?

Ainsi, ces recherches m'ont permis d'enrichir mes connaissances sur les deux notions clés de ce sujet : le calcul mental et le jeu. Il convenait alors de me demander quel jeu mettre en place en classe. Il s'est avéré que c'est en poursuivant mon écoute de la conférence d'Éric TROUILLOT que j'ai trouvé le jeu : Mathador Flash. Ce dernier vous est présenté ci-dessous.

2.2.4 Présentation du jeu Mathador Flash

Le jeu que j'ai choisi a été créé en 2010 par Éric TROUILLOT, Professeur de mathématiques au collège et s'intitule Mathador Flash.

Le but du jeu est de fabriquer (en 1 minute) un nombre cible à l'aide de 5 nombres. Le matériel est le suivant :

- 2 dés rouges : un cube (de 1 à 6) et un dé à 10 faces (décaèdre). Ces deux dés rouges vont permettre de désigner le nombre cible à fabriquer : le cube donne le chiffre des dizaines et le décaèdre le chiffre des unités.
- 5 dés blancs : chaque dé a un nombre de faces différentes, il y a : 1 dé à 4 faces (tétraèdre), 1 dé à 6 faces (cube), 1 dé à 8 faces (octaèdre), 1 dé à 12 faces (dodécaèdre) et 1 dé à 20 faces (icosaèdre). Le lancer de ces 5 dés détermine les 5 nombres à employer pour fabriquer le nombre cible.
- Un sablier permettant de matérialiser le temps.
- Un bloc-notes afin de noter les calculs.

Pour fabriquer le nombre cible, les élèves peuvent utiliser les 4 opérations (addition, soustraction, multiplication et division). Attention, plusieurs conditions sont à respecter :

- Chaque nombre (dés blancs) doit être utilisé une seule fois, mais il n'est pas obligatoire de tous les utiliser.
- Il faut effectuer au minimum une opération pour fabriquer le nombre cible.

La réalisation d'une partie se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, il y a deux lancers de dés. Un élève lance les dés rouges et un autre élève lance les dés blancs. Le nombre cible et les nombres à combiner sont écrits au tableau. Suite à cela, le sablier est retourné et la partie commence. Lorsqu'un élève pense avoir trouvé le nombre cible, il s'empare du sablier et le retourne. Il explique alors son calcul aux autres qui l'aideront à valider ou non sa réponse. Si le calcul du joueur n'est pas correct, il perd un point et le jeu reprend. À l'inverse, si son calcul est correct, il marque un point et on procède à un nouveau lancé de dés. Le premier qui atteint 5 points gagne la partie.

Il est possible d'adapter ce jeu en partie « expert ». Dans ce cas, les opérations qui sont utilisées par les joueurs ont une valeur (addition = 1 point, soustraction = 2 points, multiplication = 1 point et division = 3 points). L'élève qui utilise les 5 nombres désignés par les dés blancs pour fabriquer le nombre cible et 4 opérations réalise un coup mathador

et remporte 13 points. À la fin de la partie et après vérification des calculs, les élèves totalisent et reportent leurs points sur leur fiche scores.

Suite à mes lectures sur le bilan dressé par les évaluations nationales et internationales, je me suis dirigée vers deux rapports :

- Une synthèse des recommandations suite à la conférence de consensus : *nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire*, en novembre 2015.
- Un rapport remis le 12 février 2018 par Cédric VILLANI (député de l'Essonne) et Charles TOROSSIAN (inspecteur général de l'éducation nationale) qui s'intitule : *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. Le Ministre Jean-Michel BLANQUER a décidé de leur confier une mission bien précise : analyser les difficultés des élèves, proposer des solutions concrètes et applicables en classe... Comme son nom l'indique, le rapport énonce 21 mesures. L'une d'entre elles inscrit l'enseignement des mathématiques comme **une priorité nationale dans le premier degré**.

Ces deux rapports s'accordent sur un même point étant donné qu'ils préconisent tous les deux la manipulation des élèves (qui peut donc passer par le jeu). La synthèse suite à la conférence recommande effectivement de : « *développer la manipulation d'objets tout au long du primaire, et pas seulement en maternelle* ». Le rapport des 21 mesures annonce quant à lui la mesure suivante : « *dès le plus jeune âge, mettre en œuvre un apprentissage des mathématiques fondé sur la manipulation et l'expérimentation, la verbalisation.* »

La mise en place du jeu Mathador Flash expliqué ci-dessus semble donc répondre à mes attentes puisqu'il est un jeu pédagogique telle que le définit Nicole DE GRANDMONT (il va permettre d'élaborer différentes stratégies, d'apporter de nouvelles connaissances...) et qu'il répond amplement aux recommandations des rapports. En effet, à travers ce jeu, les élèves vont pouvoir se « rapprocher » des nombres grâce aux dés. Ils auront un plaisir tactile grâce à la manipulation. Les élèves créeront ainsi je l'espère, une nouvelle relation avec les nombres et le calcul mental.

3. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

Mon travail s'inscrit donc dans une problématique générale qui est : Les compétences en calcul mental automatisé et réfléchi sont-elles plus facilement atteignables pour les élèves lorsqu'elles sont travaillées avec le jeu mathador ?

Cette problématique générale me permet de dégager des questions plus détaillées auxquelles je devrais être attentive au moment de mettre en place mon expérimentation. Ces questions portent sur le rôle de l'enseignant et peuvent être organisées en quatre axes de questionnement :

- **La conception du jeu**

- Comment motiver les élèves pour développer leurs capacités en calcul mental ?
- Comment permettre aux élèves de s'investir, se mobiliser pour un jeu ?

- **Lien entre le jeu et les savoirs à enseigner**

- Comment construire un enseignement à partir d'un jeu ?

- **Le rôle en classe**

- Quel est le rôle du maître dans les phases du jeu pour permettre à l'élève d'apprendre ?

- **L'hétérogénéité**

- Le jeu joue-t-il un rôle dans la différenciation ?
- Quel est le statut de l'erreur dans un jeu ?

Dans ce mémoire, je cherche donc à tester les hypothèses suivantes :

- **Les élèves vont gagner en rapidité**, en fluidité, en aisance pour le calcul automatisé. Cela va donc permettre d'alléger leur mémoire de travail et de réaliser des calculs plus complexes.

Pour tester cette hypothèse, j'ai prévu de chronométrer les élèves lors d'une évaluation diagnostique comportant des calculs automatisés (avant la mise en place du jeu). Puis, à la fin de l'expérimentation, les élèves seront chronométrés une nouvelle fois sur la même

évaluation dans le but de comparer leur temps et de voir s'il y a eu une évolution grâce au jeu.

- Cela implique le fait que les élèves vont **gagner en efficacité** pour le calcul mental réfléchi.

Pour tester l'hypothèse de l'efficacité j'envisage de garder chaque production des élèves lors de la période du rituel. Ainsi, je pourrais relever les diverses procédures au cours des semaines et observer l'évolution au fil du temps. Par exemple en comparant deux calculs d'un élève au départ du rituel et deux calculs quelques semaines plus tard afin de voir l'évolution.

- Les élèves vont prendre plus de **plaisir** à faire du calcul mental et vont développer plus de stratégies ce qui permet d'assimiler plus facilement les compétences.

Pour tester cette hypothèse, je vais interroger les élèves sur leur rapport au calcul mental, leur ressenti vis à vis de cette discipline avant puis après le jeu.

4. EXPÉRIMENTATION

4.1 Contexte

Pour ma première rentrée en tant que professeur des écoles stagiaire, je suis affectée dans une école urbaine, comprenant 6 classes allant du CP au CM2. J'ai dans cette école, la responsabilité d'une classe de CE1-CE2, composée de 23 élèves (9 CE1 et 14 CE2) les lundis et les mardis. Étant donné que la pratique du calcul mental doit être quotidienne, je mets en place tout comme mon collègue des séances de calcul mental avec les élèves. Le niveau de la classe est relativement bon, même si bien évidemment une certaine hétérogénéité est présente. Puisque j'ai en charge une classe à double niveau, je fais le choix d'expérimenter et d'analyser le jeu mathador avec les élèves de CE2. En effet, j'ai constaté plus de difficultés en calcul mental chez les élèves de CE2 : erreur de calcul, difficulté à mettre en place des stratégies, peur de l'erreur... Le questionnement de ce mémoire repose sur le fait de savoir si les compétences en calcul mental sont atteignables plus facilement à l'aide d'un jeu, c'est pourquoi mon expérimentation avec les élèves de

CE2 me permettra d'avoir une comparaison entre les compétences acquises avant et après le jeu. Cependant, les CE1 pratiqueront également le jeu mathador en classe, avec une adaptation des variables par rapport au CE2 (taille des nombres, opérations à utiliser, temps pour trouver la solution...) même si leurs données ne seront pas analysées.

La mise en place du jeu se déroulera en période 4.

4.2. Présentation de l'utilisation du jeu en classe

Dans un jeu, différentes variables sont possibles (le temps, la taille des nombres, le nombre de joueurs, les points, l'écriture...). Pour mener à bien mon expérimentation, j'ai décidé d'adapter le jeu Mathador Flash afin qu'il réponde plus spécifiquement aux besoins des élèves (en fonction de leur niveau mais aussi de leur expérience face au jeu). J'ai donc l'intention d'adapter le jeu de la manière suivante :

- Les élèves disposent tout comme dans Mathador Flash des 7 dés qui permettent de déterminer le nombre cible et les 5 nombres à combiner.
- Le temps imparti n'est pas imposé. L'enseignant laisse aux élèves le temps nécessaire pour faire les recherches. Il sera cependant possible au fil des parties de faire évoluer la règle et d'imposer un temps imparti.
- Les élèves utiliseront uniquement 3 opérations : l'addition, la soustraction, la multiplication étant donné que nous n'avons pas encore travaillé la division.
- La valeur des opérations est la suivante : addition = 1 point, soustraction = 2 points, multiplication = 3 points. Le coup mathador = 10 points (utiliser tous les nombres et les 3 opérations)
- Les élèves disposeront tout comme dans la partie classique, d'un bloc note pour noter leurs calculs s'ils le souhaitent.
- La partie sera réalisée en classe entière (14 CE2), contrairement à la partie traditionnelle qui préconise un nombre de joueurs allant de 2 à 6.

4.3 Déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation qui sera menée en classe comporte plusieurs étapes.

- Dans un premier temps, les élèves réaliseront **une évaluation diagnostique**. Celle-ci me permettra d'estimer leurs compétences :
 - en calcul mental automatisé (tables de multiplication, d'addition, ajouter 9, enlever 9...)
 - en calcul mental réfléchi
 - en calcul mental à l'envers : les élèves auront à décomposer plusieurs nombres sous différentes formes (une somme, une différence, un produit). Par exemple la consigne pourrait être : décompose 25 sous différentes formes que tu connais (25 c'est 5×5 ; c'est $30 - 5$; c'est $20 + 5$...) L'évaluation me donnera donc un ordre d'idées sur les compétences acquises ou non chez les élèves avant la mise en place du jeu.

Suite à cette évaluation, je réaliserai une séance dans laquelle je ferai découvrir le jeu aux élèves : explication des règles, découverte du matériel, reformulation des consignes et des règles par les élèves, écoute et réponses aux différentes questions posées, plusieurs essais seront effectués.

Ensuite, je vais mettre en place le jeu mathador en classe (adapté comme annoncé précédemment) sous forme de **rituel**, chaque matin. Ce rituel durera plusieurs semaines afin d'avoir le temps d'observer les effets du jeu sur les élèves. D'autant plus qu'il leur faudra probablement un temps d'adaptation concernant l'assimilation des règles du jeu et de son fonctionnement étant donné que les élèves n'ont pas pour habitude d'utiliser cette forme de travail. Chaque rituel se déroulera de la façon suivante :

- **Un rappel des règles** du jeu par un élève à l'ensemble du groupe classe sera effectué.
- **Le lancer de dés** : deux élèves sont invités à venir au tableau pour lancer les dés. Le premier élève lance les deux dés permettant de déterminer le nombre cible, l'annonce à l'ensemble de la classe et l'écrit au tableau. Un autre élève lance les cinq dés blancs qui vont permettre de fabriquer ce nombre cible et les écrit également au tableau. Les élèves reportent le nombre cible et les autres nombres sur leur fiche.
- L'enseignant est **le maître du temps** : il n'y a pas de sablier et de temps imparti au départ. Toutefois si l'enseignant voit les élèves progresser rapidement, il peut envisager de mettre un temps limité progressivement.

- Les élèves disposent d'**un temps de recherche** et essaient de fabriquer le nombre cible. Lorsqu'un élève pense avoir trouvé la réponse il lève la main et l'enseignant vient le voir.
- Au terme du temps de recherche, l'enseignant envoie des élèves ayant des stratégies différentes au tableau. D'une part, ce temps va permettre d'effectuer **une mise en commun avec l'ensemble de la classe**, d'autre part il va amener à une **explicitation des stratégies** : la moins complexe, la plus complexe rapportant le plus de points...
- Après une validation ou non de leur procédure, les élèves comptabilisent leurs points et les reportent sur leur fiche score.

Grâce à mes lectures, j'ai rapidement trouvé quel sera mon rôle au cours de ce rituel. En effet, les documents d'accompagnements préconisent surtout un rôle de guide lors d'un jeu. Je laisserai donc les élèves expérimenter le jeu librement et je serai en quelque sorte accompagnatrice du jeu. Ce temps me permettra donc de relever des informations sur les élèves au cours du jeu, sur leurs différentes stratégies... Je pourrai ainsi mieux suivre l'évolution des élèves. Je pourrai par exemple enregistrer des documents audio et demander aux élèves comment ils ont fait pour arriver jusqu'à cette réponse... On peut même envisager de faire un suivi avec un même élève à partir du premier rituel jusqu'au dernier afin de suivre son évolution. En tant qu'enseignante, dans ce temps de rituel, j'interviendrai surtout lors de la mise en commun et lors de l'explication des stratégies.

La dernière étape de l'expérimentation est de refaire l'évaluation diagnostique (par conséquent une évaluation sommative) afin de voir si les compétences ainsi que les stratégies des élèves ont évolué grâce au jeu.

4.4 Analyse a priori du rituel

L'analyse à priori permet d'anticiper les procédures et les difficultés des élèves avant même de débiter l'expérimentation.

4.4.1 Analyse des procédures possibles

Pour fabriquer le nombre cible, plusieurs procédures peuvent être mises en place.

Les élèves vont peut-être :

- Regarder le nombre cible et les 5 nombres à combiner et essayer de le créer par tâtonnement : c'est-à-dire essayer plusieurs combinaisons possibles, avec des opérations différentes en espérant que ça tombe juste.
- Regarder le nombre cible et essayer de le décomposer (soit par une addition, une soustraction ou une multiplication). Dans ce cas l'élève fait appel à une procédure de calcul car il utilise ses connaissances sur les nombres : la décomposition et les résultats mémorisés (tables d'addition, de multiplication...). Une fois le nombre cible décomposé sous les formes qu'il connaît, l'élève peut se référer aux 5 nombres à utiliser pour le fabriquer. Si parmi ceux-ci se trouvent des nombres qu'il a utilisés pour sa décomposition, il lui suffit de les utiliser. Par contre si les nombres qu'il a utilisés pour décomposer le nombre cible ne figurent pas dans la liste, il devra essayer de les créer lui-même.
- Utiliser une procédure personnelle (une procédure relevant du comptage) : utiliser les doigts, un schéma pour décomposer le nombre et ensuite essayer de le créer.
- Utiliser le support de l'écrit pour leurs calculs.
- Ne pas avoir recours au support de l'écrit et calculer directement de tête. Dans ce cas, on se rapproche de la procédure experte.
- Essayer d'aller au plus « simple » en utilisant une seule opération (si le tirage le permet).
- Essayer d'utiliser les 5 nombres et les 3 opérations afin d'avoir le maximum de points.

4.4.2 Analyse des difficultés rencontrées

Au cours de ce jeu, les élèves vont sans doute rencontrer certaines difficultés. On peut envisager les difficultés suivantes :

- Les 5 nombres à combiner pour fabriquer le nombre cible ne doivent être utilisés qu'une seule fois. Cependant, l'élève risque sans doute au départ d'utiliser un même nombre à plusieurs reprises.
- La quantité de nombres va peut-être perturber les élèves : un nombre cible + 5 nombres à utiliser pour le fabriquer.
- Le temps peut stresser certains élèves et les empêcher de progresser dans leur réflexion, c'est pourquoi il n'y aura pas de temps imparti au départ.
- Les élèves vont sans doute essayer d'aller au plus simple et d'utiliser des décompositions et des opérations qu'ils connaissent bien. C'est pourquoi les opérations utilisées auront une valeur (la multiplication 3 points par exemple) afin d'inciter les élèves à aller vers les opérations qui leur font « peur » et de créer un enjeu pour eux.

Ainsi, lors des premiers rituels et des premières parties, les élèves vont sans doute avoir des difficultés à assimiler les règles et le fonctionnement du jeu. C'est pourquoi j'envisage de créer collectivement avec eux une affiche sur les règles du jeu, afin de permettre une meilleure assimilation des règles. L'enseignant ne se sera donc pas contenté d'annoncer les règles aux élèves mais il les aura impliqués collectivement.

4.4.3 Analyse des variables didactiques

Les variables didactiques permettent d'adapter la situation afin qu'elle réponde plus spécifiquement aux besoins des élèves (au niveau de la complexité, des stratégies attendues...). Ce qui est intéressant dans le jeu Mathador c'est justement qu'il existe beaucoup de variables sur lesquelles nous pouvons jouer en fonction de ce que nous voulons travailler, atteindre en termes de compétences et de stratégies.

- **La variable temps** : dans les règles du jeu, le temps de la partie est limité à une minute. Cependant, l'enseignant peut choisir d'augmenter, de réduire ou même de supprimer ce temps. Par exemple, pour le rituel qui sera mis en place, j'ai fait le choix de supprimer le temps, tout au moins au départ, car les élèves n'ont jamais été confronté à cette forme de travail. Il est cependant tout à fait possible d'ajouter un temps limite au fur et à mesure

des rituels lorsque les élèves seront habitués et auront assimilé correctement les règles du jeu. Ainsi, soit l'enseignant impose un temps imparti et dans ce cas il choisit plutôt de travailler la rapidité, soit le temps importe peu et on privilégie plutôt la qualité des calculs et des stratégies.

- **La variable écriture** : l'enseignant peut choisir si les élèves ont un support d'écriture pour les calculs ou non.

- **La variable nombre** : dans ce jeu, on peut changer l'ordre de grandeur du nombre à fabriquer car il existe trois dés rouges. En effet, on peut éventuellement remplacer le dé rouge 6 faces par le dé rouge 10 faces. Le nombre à fabriquer peut donc être compris soit :
 - entre 0 et 69.
 - entre 0 et 99.

- **La variable opération** : dans les règles du jeu, on peut utiliser les 4 opérations : addition, soustraction, multiplication et division. Cependant, l'enseignant peut jouer sur ces variables et peut très bien choisir d'adapter les opérations à utiliser : en sélectionnant les opérations qu'il souhaite que les élèves utilisent (uniquement la soustraction et l'addition, uniquement l'addition et la multiplication, uniquement l'addition, la soustraction, la multiplication...) tout dépend de ce qu'il veut travailler avec les élèves.

- **La variable point** : en fonction des opérations utilisées, on attribue dans le jeu un nombre de points bien précis. On peut donc mettre plus d'importance sur une opération par rapport à une autre en fonction du nombre de points. Par exemple choisir de mettre 3 points pour l'addition, 2 pour la soustraction et 5 pour la multiplication...

4.4.4 Analyse des variables pédagogiques

Les variables pédagogiques concernent les choix d'organisation de la classe.

Il est possible de mener ce jeu en classe sous différentes organisations : classe entière, ateliers, groupes... Pour ce rituel, concernant l'organisation pédagogique, j'ai fait

le choix de jouer en classe entière (14 CE2), les élèves auront donc le même nombre cible à fabriquer avec les mêmes nombres à utiliser. Cependant, ils ne seront ni par équipes ni par binômes mais essayeront de résoudre le problème seuls. Les élèves entreront donc dans le jeu individuellement. En tant qu'enseignant, cela va me permettre de mieux repérer les procédures, les stratégies, les éventuelles erreurs des élèves et je pourrai ainsi mieux cibler les aides à apporter à chaque élève. En effet, même si le travail par groupes permet de favoriser les échanges entre les élèves, la coopération, le partage des procédures, il empêche cependant d'observer et de constater certaines difficultés ou même réussites chez les élèves individuellement étant donné qu'il s'agit d'un travail réalisé par plusieurs élèves.

4.4.5 Analyse des savoirs visés

Grâce à ce jeu, les élèves vont renforcer mais aussi développer plusieurs compétences mathématiques.

Les élèves ont un nombre cible à fabriquer. Ils doivent par conséquent se représenter ce nombre, le décomposer, puis le recomposer avec 5 nombres imposés. Ils feront donc appel à leurs connaissances en calcul mental automatisé, réfléchi, à l'envers... qui seront renforcées au fur et à mesure des parties grâce à la mise en commun et à l'explicitation des différentes stratégies. L'activité passe donc par un renforcement de calculs simples dans le but d'arriver à la résolution de calculs plus complexes de manière plus efficace. On cherche ainsi à consolider et à donner du sens aux acquis pour permettre de développer de nouvelles connaissances.

Je pense que l'expérimentation que je propose ci-dessus est susceptible de fournir des éléments de réponse à la question que je me pose. En effet, je fais le choix de mener le jeu sous forme de rituel afin de permettre une relation régulière entre les élèves et les nombres. Installer une certaine fréquence et une certaine régularité va permettre de faire fonctionner et de stabiliser les connaissances des élèves, d'acquérir des automatismes plus facilement et donc par conséquent de développer des stratégies plus complexes. Le jeu Mathador sous forme de rituel semble donc être un outil efficace pour atteindre les compétences en calcul mental.

5. TRAITEMENT DE DONNÉES : ANALYSES ET RÉSULTATS

Après avoir mis en place le rituel du jeu mathador avec les 14 élèves de CE2 durant une durée effective de sept semaines, il convient désormais de répondre à la problématique initiale : Les compétences en calcul mental automatisé et réfléchi sont-elles plus facilement atteignables pour les élèves lorsqu'elles sont travaillées avec le jeu mathador ?

Afin de répondre à cette question, j'ai cherché à tester **trois hypothèses** qui, pour rappel sont les suivantes :

- Les élèves vont **gagner en rapidité** en calcul mental automatisé.
- Les élèves vont **gagner en efficacité** pour le calcul mental réfléchi.
- Les élèves vont prendre **plus de plaisir** au calcul mental.

5.1 Rapidité

Comme annoncé précédemment, pour tester cette hypothèse, les élèves ont réalisé dans un premier temps une évaluation diagnostique comportant plusieurs calculs automatisés (cf. annexe 1). Sur cette évaluation, ils ont dû répondre à 24 calculs (il s'agit de calculs que nous avons déjà travaillés en classe comme les tables de multiplication jusqu'à 10, soustraire 10...). On y trouve :

- 17 multiplications (du type 4×3 ; 9×9 ; 4×8 ; 32×10 ...)
- 3 additions (du type $40 + 10$; $87 + 1$; $95 + 5$)
- 4 soustractions (du type $100 - 20$; $60 - 10$)

L'évaluation s'est correctement déroulée. J'ai affiché sur le TBI un chronomètre en ligne et j'ai expliqué aux élèves que pour cet exercice ils allaient être chronométrés. Le but du « jeu » pour eux était donc d'aller le plus rapidement possible (même si bien entendu je leur ai expliqué que l'intérêt n'était pas de répondre totalement au hasard pour être le plus rapide mais d'essayer de répondre correctement aux calculs le plus vite possible, si les élèves se sentaient en difficulté par rapport à un calcul ils pouvaient bien entendu le passer). Lorsqu'un élève terminait l'évaluation, il devait lever la main pour que j'indique son temps sur une feuille. On peut observer le temps des élèves ainsi que les résultats (cf.

annexe 2). En effet, l'annexe 2 présente un tableau sur lequel apparaît le prénom des 14 élèves. À côté de chacun des prénoms, se trouve le temps réalisé et le nombre de calculs réussis sur la totalité des calculs. On constate une grande hétérogénéité de la classe au niveau du temps de réalisation de l'exercice. En effet, les écarts entre les élèves sont parfois élevés. Par exemple :

- le temps le plus rapide est celui de Zoé qui met 4'03 pour réaliser l'exercice avec une réussite de 18/24.
- les deux temps les plus longs sont ceux d'Elsa qui met 20'45 avec une réussite de 24/24 et Mélina qui met 17'26 avec une réussite de 16/24.

On observe donc un écart de 16'42 entre le temps de l'élève le plus rapide et le temps de l'élève le plus long, ce qui marque bien l'hétérogénéité de la classe. Pour les autres élèves, le temps se situe entre 4'44 et 10'45.

Ici, même si on s'intéresse particulièrement à la rapidité des élèves en calcul mental automatisé, on observe également une hétérogénéité concernant le nombre de calculs réussis. Par exemple :

- le plus petit taux de réussite est celui de Luna : 8 calculs réussis sur 24
- le plus grand taux de réussite est celui de Elsa : 24 calculs réussis sur 24

On remarque donc un écart de 16 calculs réussis entre l'élève ayant le plus petit taux de réussite et l'élève ayant le plus grand taux de réussite. Si l'on compare ces taux avec leur temps, Elsa a mis 20'45 et a réussi l'ensemble des calculs, Luna a mis 6'28 et a eu 8 calculs corrects sur les 24. Concernant les calculs, même si au moment où l'évaluation diagnostique a été réalisée les élèves avaient déjà travaillé les tables de multiplication, une majorité d'entre eux a éprouvé des difficultés avec les tables de multiplication, notamment celles supérieures à 6.

J'ai donc pu constater en corrigeant et en analysant cette évaluation diagnostique la présence d'une grande hétérogénéité au sein de la classe concernant la rapidité du calcul mental automatisé. Les résultats de cette évaluation sont donc le point de départ de mon questionnement, à savoir si le jeu permettra aux élèves de gagner en rapidité en calcul mental automatisé. Suite à cela, les élèves ont donc découvert le rituel du jeu mathador et y

ont joué durant 7 semaines, une période complète, les lundis et les mardis matin. À la fin de la période, afin d'observer l'évolution des élèves sur leur rapidité en calcul mental automatisé et afin de savoir si le jeu a été bénéfique en ce sens, ils ont de nouveau réalisé l'évaluation de départ avec les 24 calculs à effectuer. (cf. annexe 1).

Nous pouvons observer le temps et le résultat des élèves lors de cette évaluation sommative (cf. annexe 3). À nouveau, sur ce tableau, apparaît le prénom des 14 élèves ainsi que leur temps et leur réussite, à la seule différence par rapport au tableau de l'évaluation diagnostique, que celui-ci comporte des cases colorées. En effet :

- en vert, apparaît les élèves qui se sont améliorés par rapport à l'évaluation diagnostique (au niveau de leur temps et/ou de leur réussite)
- en rouge, on observe les cases des élèves pour lesquels il n'y a pas eu d'amélioration par rapport à l'évaluation diagnostique (au niveau de leur temps et/ou de leur réussite).

Les résultats de cette évaluation ont été satisfaisants. En effet, en analysant ce tableau, on observe une très nette **progression** chez les élèves **en termes de rapidité en calcul mental automatisé**. Sur **14 élèves, 10 élèves se sont améliorés** au niveau du temps de réalisation de l'exercice. Les écarts de temps entre les deux évaluations reflètent donc des progrès notables. Dans l'optique d'avoir une meilleure vision des progrès de chaque élève, nous pouvons observer le graphique (cf. annexe 4), qui montre l'évolution du temps de chacun des élèves entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative.

Ainsi, la barre bleue représente le temps réalisé lors de l'évaluation diagnostique et la barre rouge représente le temps réalisé lors de l'évaluation sommative. On peut donc observer rapidement pour chaque élève si le temps s'est amélioré : ce qui se manifeste sur le graphique lorsque la barre rouge est inférieure à la barre bleue.

Prenons par exemple, l'évolution précise de 4 élèves (cf. annexe 5) :

- Elsa qui mettait 20'45 lors de l'évaluation diagnostique met à présent 8'22 pour réaliser l'exercice. Elle gagne 12'23 de rapidité.
- Mélina qui mettait 17'26 met désormais 8'34 pour réaliser l'exercice. Elle gagne 8'52 de rapidité.
- Zoé qui mettait 4'03 met désormais 2'17 pour réaliser l'exercice. Elle gagne 1'46 de rapidité.

- Lilou qui mettait 8'35 met désormais 5'48 pour réaliser l'exercice. Elle gagne 2'47 de rapidité.

Seuls 4 élèves n'ont pas amélioré leur temps en évaluation sommative mais il est important de préciser que ces élèves ont augmenté le nombre de calculs réussis. Par exemple, Inès qui avait mis 8'22 lors de l'évaluation diagnostique avait réussi 10 calculs sur 24, même si elle a mis 9'39 lors de l'évaluation sommative, elle a tout de même réussi 20 calculs sur 24, soit 10 calculs de plus que précédemment (cf. annexe 6). Chez les 4 élèves qui ne sont pas parvenus à améliorer leur temps, il y a donc tout de même eu une évolution positive sur la réussite des calculs. On peut d'ailleurs noter que cette **évolution au niveau de la réussite de l'exercice est très satisfaisante. Sur 14 élèves, 13 élèves sont parvenus à améliorer le nombre de calculs réussis.**

Ainsi, dans le cadre de mon expérimentation, je peux dire que mon hypothèse est en partie validée étant donné que **10 élèves sur 14 ont amélioré leur temps en calcul mental automatisé. Ces élèves ont donc gagné en rapidité** et ce, sans pour autant négliger le taux de réussite des calculs puisque 13 élèves sur 14 l'ont augmenté. Grâce au rituel du jeu mathador, **la majorité des élèves a donc gagné en rapidité pour le calcul mental automatisé**, ce qui est satisfaisant.

5.2 Efficacité

La deuxième hypothèse de ce mémoire suppose que les élèves vont **gagner en efficacité pour le calcul mental réfléchi**, c'est-à-dire qu'au fur et à mesure du rituel les élèves vont être plus performants (en termes de procédures par exemple), notamment grâce aux mises en commun au cours desquelles les élèves explicitent leurs différentes stratégies. Afin de tester cette hypothèse, j'ai fait le choix de sélectionner trois élèves et de retracer leur parcours. Pour chacun de ces élèves, je vais donc analyser deux lancers qui ont eu lieu au début de la mise en place du rituel et deux lancers réalisés vers la fin de la période lorsque les élèves étaient habitués aux règles, à la forme de travail utilisée, afin de voir s'ils ont évolué en termes d'efficacité. Lors des différentes parties, les élèves avaient une

fiche sur laquelle ils devaient noter le nombre cible, les 5 nombres à utiliser, leurs calculs ainsi que le nombre de points gagnés. J'ai donc conservé chacune de ces feuilles afin de retracer le parcours de certains élèves. Il me semblait plus judicieux de porter mon attention sur des élèves en particulier afin de mener une analyse plus fine : repérer le type de procédures des élèves, le nombre d'écriture, le cheminement des calculs... plutôt que de faire une analyse plus vaste et plus large sur les 14 élèves ayant participé à l'expérimentation. Je fais donc le choix pour vérifier cette hypothèse de décrire le travail de trois élèves et de réaliser une étude qualitative.

Pour chaque élève, il y aura ci-dessous la description de **4 lancers** : 2 qui se sont déroulés au début du lancement du rituel et 2 se sont déroulés à la fin de la période du rituel. Afin de faciliter la compréhension et d'éviter les répétitions :

- les deux lancers ayant eu lieu au **début du rituel** seront numérotés **1 et 2**.
- les deux lancers ayant eu lieu en **fin de période** seront numérotés **3 et 4**.

Étant donné que l'on cherche ici à analyser l'efficacité des élèves, mon observation s'attardera plus particulièrement sur certains points comme par exemple le nombre d'opérations faites pour trouver le nombre à fabriquer. En effet, pour être efficace au cours d'une partie du jeu il est plus avantageux de limiter le nombre de calculs dans le but de parvenir rapidement au résultat. Il s'agira donc de comparer les écritures des élèves, le nombre de calculs réalisés (au début du rituel et à la fin du rituel par exemple). On pourra également s'attarder sur : le nombre de procédures recherchées c'est-à-dire regarder si les élèves cherchent à faire plusieurs procédures pour gagner plus de points ou s'ils se contentent de trouver une seule procédure, les transgressions de certaines règles du jeu qui les empêchent d'être efficace... Pour rappel, 1 addition = 1 point, 1 soustraction = 2 points et une multiplication = 3 points.

5.2.1 Retour sur le parcours d'Inès

Les tableaux qui suivent ont été retranscrits pour éviter les allers-retours entre les annexes. Nous pouvons cependant observer les productions de cette élève (cf. [annexe 7](#)).

Début de période

• Lancer 1

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
15	7 - 50 - 3 - 3 - 1	$50 - 40 = 10$ $3 + 3 = 6$ $6 - 1 = 5$ $10 + 5 = 15$	Aucun

Lors de ce lancer, on observe qu'Inès trouve le nombre à fabriquer mais ne marque aucun point. Il convient alors d'analyser pourquoi.

En effet, Inès a « transgressé » une des règles du jeu. Elle a utilisé un nombre qui n'est pas dans la liste des nombres à fabriquer mais qui l'arrange pour fabriquer son nombre cible, il s'agit du nombre 40. Inès l'utilise dès son premier calcul, pourtant il ne figure pas parmi les nombres de la liste.

• Lancer 2

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
16	6 - 4 - 30 - 10 - 4	$10 + 6 = 16$ <hr/> $4 + 4 = 8$ $6 - 4 = 2$ $8 \times 2 = 16$	1

Au cours de ce lancer, Inès ne s'est pas contentée d'une seule procédure, ce qui est très bien. En effet, après avoir trouvé $10 + 6 = 16$, Inès a cherché une autre possibilité de fabriquer le nombre cible avec les nombres de la liste. Cependant, Inès n'a pas obtenu les points pour cette seconde procédure car elle a utilisé trois fois le chiffre 4, or celui-ci n'est présent que deux fois dans la liste. À travers les deux lancers que j'ai sélectionnés pour le début du rituel, on peut observer qu'Inès a transgressé deux règles du jeu :

- elle utilise des nombres qui ne figurent pas dans la liste des nombres à utiliser.
- elle utilise plusieurs fois le même nombre.

Cependant, ces petites erreurs ont été très bénéfiques pour l'ensemble du groupe classe car de nombreux élèves avaient les mêmes réflexes. Les moments de mise en commun ont donc été l'occasion de partager les procédures et de trouver des solutions afin d'éviter que cela ne se reproduise. Les élèves cherchaient par eux-mêmes des stratégies qui leur permettraient de ne plus recommencer et ils ont su trouver des solutions telles que : barrer

les nombres que l'on utilise au fur et à mesure, faire une petite croix en dessous des nombres déjà utilisés... Ainsi, même si Inès semble avoir saisi le but du jeu dès les premiers rituels et qu'elle n'utilisait pas trop d'écritures, j'ai dû être attentive à cela car il s'est avéré qu'elle utilisait régulièrement des nombres qui ne figuraient pas dans la liste et elle ne s'en rendait compte que lors des moments de mises en commun avec le groupe classe. C'était donc sur ce point qu'il était important de progresser, afin d'être efficace et de marquer des points.

Comparons maintenant avec deux lancers qui ont eu lieu à la fin de la période.

Fin de période

• Lancer 3

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
27	40 - 17 - 3 - 7 - 4	$17 + 7 = 24$ $24 + 3 = 27$	2

• Lancer 4

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
11	12 - 5 - 3 - 20 - 1	$12 - 1 = 11$ <hr/> $20 - 12 = 8$ $8 + 3 = 11$ <hr/> $20 - 5 = 15$ $3 + 1 = 4$ $15 - 4 = 11$	10

En fin de période, on observe à travers les deux lancers qu'Inès n'utilise plus dans ses calculs des nombres qui ne sont pas présents dans la liste et n'utilise plus les mêmes nombres plusieurs fois.

Inès a gagné en efficacité étant donné qu'elle respecte les règles du jeu. Elle effectue des calculs raisonnés, courts. Cela lui permet donc au cours de la partie de lui laisser le temps de trouver plusieurs procédures et ainsi de gagner plus de points.

5.2.2 Retour sur le parcours d'Océane

Nous pouvons observer les productions de cette élève (cf. annexe 8).

Début de période

• Lancer 1

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
47	19 - 3 - 20 - 6 - 1	$20 + 6 = 26$ $26 + 19 = 45$ <hr/> $1 + 3 = 4$ $4 + 19 = 23$ $23 + 20 = 43$ $43 + 6 = 49$ $49 - 2 = 46$ $46 + 1 = 47$ <hr/> $6 + 3 = 9$ $9 + 1 = 10$ $10 + 19 = 39$ $39 + 20 = 49$	Aucun

Au cours de cette partie, on observe qu'Océane essaie de trouver plusieurs procédures, trois en l'occurrence pourtant elle n'obtient aucun point, il convient alors d'analyser les procédures afin de comprendre pourquoi.

1ère procédure : Océane ne trouve pas la réponse exacte mais s'en rapproche.

2ème procédure : Océane tente dans un premier temps d'additionner tous les nombres à utiliser afin de se rapprocher de 47. Mais, au cours de la procédure, elle utilise :

- un nombre qui ne figure pas dans la liste : le 2
- deux fois le 1.
- elle fait une erreur de calcul $49 - 2 = 46$.

3ème procédure : Océane essaie à nouveau de tout additionner pour trouver un « grand nombre » dans le but de se rapprocher de 47 mais ne trouve pas la réponse exacte. On peut donc supposer ici qu'Océane observe la liste des nombres à utiliser et tâtonne au fur et à mesure, ce qui se manifeste par de nombreuses écritures qui risquent de la perdre dans ses calculs. Elle essaie de tout additionner afin que le résultat soit du même ordre de grandeur que le nombre cible, mais, par tâtonnement elle ne parvient pas à trouver le nombre cible.

• **Lancer 2**

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
65	90 - 4 - 4 - 14 - 11	$90 - 14 = 86$ $86 - 11 = 75$ $75 - 4 = 71$ $71 - 4 = 67$	Aucun

Cette fois, Océane sélectionne le plus grand des nombres de la liste à utiliser et essaie de faire le plus de soustractions possibles afin de se rapprocher de 65.

On remarque donc qu'au début des rituels, Océane essayait de se rapprocher du nombre cible en tâtonnant mais ne le trouvait pas exactement. Afin de gagner en efficacité sur les prochains rituels, il a donc été important de veiller à :

- éviter le tâtonnement, qui se manifeste par beaucoup d'écritures et qui risque de perdre le fil des calculs. Pour cela, lors des mises en commun avec les autres élèves on a vu qu'il était important de d'abord essayer de décomposer le nombre cible afin de voir quel nombre on pourrait utiliser (et si ces nombres ne sont pas dans la liste, essayer de les créer).
- développer la capacité à anticiper l'ordre de grandeur d'un résultat d'une opération.

On observe également chez Océane au cours des premiers lancers un emploi abondant des additions et des soustractions mais pas des multiplications (même si bien évidemment cela dépend parfois du nombre à fabriquer et des nombres dont on dispose). On pourra donc également observer si par la suite Océane utilise des multiplications.

Fin de période

• **Lancer 3**

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
50	40 - 12 - 6 - 4 - 4	$40 + 6 = 46$ $46 + 4 = 50$ <hr/> $6 + 4 = 10$ $40 + 10 = 50$ <hr/> $40 + 12 = 52$ $52 + 6 = 58$ $58 - 4 = 54$ $54 - 4 = 50$	10

• **Lancer 4**

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
37	3 - 50 - 3 - 5 - 7	$3 + 3 = 6$ $6 \times 5 = 30$ $30 + 7 = 37$ <hr/> $3 + 3 = 6$ $6 \times 7 = 42$ $42 - 5 = 37$	11

On observe une évolution considérable en efficacité chez Océane lors des lancers de fin de période. En effet, Océane a appris au fur et à mesure des rituels et avec l'ensemble des autres élèves lors des mises en commun à décomposer le nombre cible à fabriquer puis à le recomposer.

Pour le **lancer 3**, Océane trouve trois procédures correctes, elle ne transgresse pas les règles du jeu. Elle ne semble plus tâtonner comme lors des premiers lancers ce que l'on remarque grâce aux écritures plus courtes, moins nombreuses.

Au cours du **lancer 4**, Océane trouve deux procédures correctes, on peut noter l'utilisation de multiplications.

L'ensemble des progrès permettent à Océane d'être efficace et d'avoir le temps de chercher d'autres procédures au cours de la partie afin de gagner plus de points.

5.2.3 Retour sur le parcours d'Ornela

Nous pouvons observer les productions de cette élève (cf. [annexe 9](#)).

Début de période

• **Lancer 1**

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
15	7 - 50 - 3 - 3 - 1	$3 \times 3 = 6$ $6 + 7 = 13$ $13 + 1 = 14$ $14 + 1 = 15$	Aucun

Au cours de ce lancer, Ornela fait une erreur de calcul, $3 \times 3 = 6$, ce qui l'empêche d'aboutir à une procédure valable. De plus, Ornela utilise deux fois le 1 car cela l'arrange pour fabriquer le nombre cible.

• **Lancer 2**

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
47	19 - 3 - 20 - 6 - 1	$19 \times 3 = 57$ $57 + 20 + 6$ <hr/> $20 \times 6 = 60 - 19 = 41 + 6 = 47$	Aucun

En analysant le deuxième lancer, on peut observer que la première procédure d'Ornela n'arrive pas à terme. En effet elle cherche à créer le plus grand nombre possible avec les nombres de la liste à utiliser. Son calcul $57 + 20 + 6$ n'est pas terminé, lorsque j'ai demandé à Ornela pourquoi elle m'a expliqué que c'est parce que ce calcul va dépasser 47, elle est donc passée directement à une autre procédure.

Pour la deuxième procédure, Ornela comprend qu'il faut soustraire un nombre à 60 sinon nous allons à nouveau dépasser 47, son raisonnement est donc correct mais elle utilise deux fois le nombre 6. L'avantage de laisser aux élèves un support écrit est que l'on peut observer ce qu'ils font plus en détails et revenir avec eux sur certaines écritures. On remarque qu'au cours de la deuxième procédure, Ornela utilise des écritures non conventionnelles : $20 \times 6 = 60 - 19 = 41 + 6 = 47$, et met l'ensemble des calculs sur la même ligne. Elle explique alors que c'est plus rapide. Ainsi, lors des premiers lancers, Ornela utilisait certaines écritures qu'elle ne terminait pas car elle tâonnait et elle se servait plusieurs fois du même nombre ou faisait certaines erreurs de calculs ce qui ne lui permettait pas d'aboutir à des procédures valables et efficaces.

Fin de période

• **Lancer 3**

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
50	40 - 12 - 6 - 4 - 4	$4 \times 4 = 16$ $40 + 16 = 56$ $56 - 6 = 50$ <hr/> $40 + 6 + 4 = 50$	8

• **Lancer 4**

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
37	3 - 3 - 50 - 5 - 7	$3 + 3 = 6$ $6 \times 5 = 30$ $30 + 7 = 37$	5

En fin de période, on observe à travers les lancers 3 et 4 une meilleure efficacité chez Ornela. Au cours du lancer 3, elle trouve deux procédures correctes, dont une où elle parvient à combiner les trois opérations : addition, opération, soustraction. Au cours du lancer 4, Ornela trouve une procédure valable et marque 5 points, elle respecte les règles du jeu, n'utilise plus les nombres plusieurs fois et ne fait plus d'erreurs de calcul grâce à une fiche (notamment avec les tables de multiplication) sur laquelle elle pouvait s'appuyer lors du rituel. Cette fiche lui permettait d'alléger sa mémoire de travail pour le calcul mental automatisé afin de se concentrer davantage sur le calcul mental réfléchi. Progressivement elle est parvenue à se détacher de la fiche et se contentait simplement de vérifier certains calculs. Ornela a donc progressé et gagné en efficacité, elle réalise des calculs courts, efficaces, qui lui permettent de marquer plus de points.

Après avoir retracé le parcours de ces trois élèves, dans le cadre de mon analyse je pense que l'hypothèse : **gagner en efficacité en calcul mental réfléchi** est en partie vérifiée. En effet, on note une progression entre les premiers et les derniers rituels (ici en l'occurrence les lancers), et ce pour la globalité des élèves. Au départ, les élèves avaient compris et appréciaient le jeu même s'ils avouaient éprouver quelques difficultés. Ils prenaient du temps à trouver et à se rapprocher du nombre cible, le temps n'était d'ailleurs pas imparti afin d'éviter de stresser les élèves dans leurs recherches et de les bloquer. Cependant, dans les rituels qui ont suivi au fil des semaines on se rend compte que leurs procédures évoluent, notamment grâce aux mises en commun, aux discussions entre les élèves. Il a été très enrichissant de mettre en commun leurs procédures, de les partager, d'en confronter certaines, de voir la différence entre une procédure qui a fonctionné et une autre non... et il était intéressant de voir que certains élèves demandaient à d'autres comment ils étaient parvenus à tels ou tels calculs afin de reprendre la même stratégie. On peut relever sur le parcours des trois élèves ci-dessus des progressions au niveau des procédures utilisées, de la recherche de plusieurs procédures, de la limitation du nombre de calculs, de la combinaison des trois opérations, du respect des règles du jeu... Au fil des semaines, il a d'ailleurs été possible de mettre en place un temps imparti avec un sablier de 2 minutes. Ainsi, dans le cadre de cette expérimentation on peut dire que le jeu Mathador a permis aux élèves de développer une considérable habileté, efficacité en calcul mental

réfléchi. Cependant, je pense que si les rituels avaient eu lieu également les jeudis et les vendredis matin les élèves auraient davantage gagné en efficacité, c'est pourquoi sur la période 5 j'envisage de continuer le même rituel afin de continuer à travailler cette efficacité et de l'accroître davantage.

5.3. Plaisir

La troisième hypothèse de l'expérimentation suppose que **les élèves vont prendre davantage de plaisir à faire du calcul mental grâce au jeu**. En mettant en place le jeu mathador dans ma classe, je souhaitais montrer aux élèves qu'il pouvait être amusant de faire des mathématiques tout en travaillant. En effet, ils ont en général une appréhension de la discipline qu'ils trouvent difficile, abstraite. Afin de voir si les élèves prennent plus de plaisir en calcul mental à travers le jeu, je les ai donc interrogés avant la mise en place du rituel sur leur ressenti vis-à-vis du calcul mental effectué en classe, sur leurs difficultés et leur plaisir à travailler cette discipline. À la fin de la période, je leur ai à nouveau posé des questions afin de voir si leurs avis avaient évolués ou s'ils étaient restés identiques. Afin de savoir si cette hypothèse est validée ou non, j'ai créé ci-dessous deux tableaux. On retrouve à l'intérieur de ces tableaux plusieurs questions qui ont été posées aux élèves et leurs réponses. Pour chacune des questions, les réponses ont été retranscrites à l'aide de codes en fonction de leurs différentes réponses. Ainsi, les codes permettent de prendre en compte l'avis de tous les élèves ayant participé à l'expérimentation.

5.3.1 Ressenti des élèves avant la mise en place du jeu

Avant la mise en place du jeu, les séances de calcul mental en classe se déroulaient sensiblement de la même manière, en suivant le procédé de la Martinière. Parfois, lors de quelques séances, je variaais avec des petits jeux tels que le furet, les dominos pour les tables de multiplication, des cartes à retourner...

Q1 Le calcul mental, trouves-tu que c'est facile / difficile ?	Q2 Es-tu content(e) lorsque l'on fait le calcul mental en classe ?	Q3 Que penses-tu de l'ardoise en calcul mental ?
A : facile B : difficile C : ça dépend	D : content E : moyennement content, ça dépend F : mécontent	G : j'aime bien H : je n'aime pas I : j'aime bien car on peut effacer, on ne voit pas lorsque l'on se trompe. J : peu m'importe

	Q1	Q2	Q3
Mélina	B	E	H
Zoé	B	E	I
Téo	B	D	H
Luna	B	F	I
Ornela	B	E	J
Louis	C	D	I
Clarisse	C	D	I
Lucie	A	D	G
Coralie	A	D	H
Ethan	B	F	I
Océane	A	D	I
Elsa	B	E	J
Lilou	B	F	I
Inès	C	E	I

Il convient maintenant d'analyser les différentes réponses des élèves.

Analyse :

Q1 : on constate que la majorité des élèves trouve la discipline difficile. Sur 14 élèves interrogés, 8 élèves trouvent le calcul mental difficile, 3 élèves estiment que cela dépend des séances et 2 élèves trouvent que cela est facile.

Q2 : la plupart des élèves semblent avoir une certaine réticence au calcul mental. 6 élèves sur 14 confient apprécier pratiquer la discipline, pour les autres ils avouent ne pas être

contents ou être moyennement contents lorsque les séances de calcul mental sont réalisées. En discutant davantage avec les élèves, ils me livrent alors certaines de leurs difficultés comme par exemple : la grandeur des nombres en calcul mental, la rapidité, le fait de ne pas pouvoir écrire les calculs et de simplement noter le résultat, de ne pas toujours parvenir à trouver la réponse exacte... c'est pourquoi ils n'apprécient pas forcément la matière. De plus, en analysant la question 3, il ressort sensiblement chez les élèves le statut de l'erreur. En effet, lorsque l'ardoise est évoquée, les élèves disent apprécier cet outil au cours des séances car ils peuvent effacer immédiatement la réponse et par conséquent ne pas la laisser avant que l'enseignant ou d'autres élèves la voient, ce qui prouve bien que les élèves ont peur de l'erreur dans cette discipline.

Ayant une classe à double niveau, j'avais le choix de mener cette expérimentation avec les CE1 ou les CE2 étant donné que les richesses des variables de ce jeu permettent de s'adapter aux compétences que l'enseignant souhaite travailler avec les élèves. Cependant, j'ai décidé de mener cette expérimentation avec les CE2 car j'ai pu observer dès le début de l'année une peur de l'erreur qui était importante, les élèves n'osaient pas se tromper et effaçaient directement leurs résultats. Cela va donc forcément de pair avec le fait qu'ils ne prennent pas plaisir à faire du calcul mental et ont une certaine réticence. C'est pourquoi il est important de leur montrer qu'il est possible de s'amuser en faisant du calcul mental, sans avoir peur de l'erreur qui au contraire va nous permettre d'apprendre. Je voulais donc essayer de les réconcilier avec les nombres et le calcul mental.

Ainsi, après avoir découvert durant sept semaines le jeu mathador, il est intéressant de voir si les avis des élèves ont évolué.

5.3.2 Ressenti des élèves après la mise en place du jeu

Q1 Qu'est ce qui t'as plu dans le jeu mathador ?	Q2 Qu'est ce qui t'as déplu dans le jeu mathador ?	Q3 As-tu l'impression de travailler en faisant ce jeu ?	Q4 Préfères-tu lorsque l'on fait le calcul mental sur l'ardoise ou avec mathador ?
<p>K : la manipulation : dés, sablier</p> <p>L : c'est amusant</p> <p>M : il faut faire pleins de calculs, réfléchir</p> <p>N : j'aime comparer mes réponses avec les autres au tableau</p>	<p>O : je ne sais pas</p> <p>P : rien</p> <p>Q : parfois, il n'y a pas les nombres que l'on veut dans la liste à utiliser</p> <p>R : parfois le nombre à fabriquer est grand et c'est difficile</p> <p>Z : de ne pas toujours trouver le nombre à fabriquer</p>	<p>S : oui</p> <p>T : non</p> <p>U : ça dépend, parfois il faut réfléchir</p>	<p>V : mathador</p> <p>W : sur ardoise</p> <p>X : les deux</p>

	Q1	Q2	Q3	Q4
Mélina	K	O	T	V
Zoé	K	P	T	V
Téo	M, L	O	T	V
Luna	K, M, L	Q, R	S	X
Ornela	K, L, N	P	S	V
Louis	K	Z	S	W
Clarisse	K, N	P	T	V
Lucie	K, M, N	P	T	V
Coralie	K, L	O	T	X
Ethan	K, L	P	T	V
Océane	K, L, M	P	T	X
Elsa	K, M, N	O	T	V
Lilou	K, M	P	T	V
Inès	K, L, N	Q	U	V

Analyse :

Q1 : on observe que tous les élèves ont apprécié un ou plusieurs éléments du jeu (aucun d'entre eux ne répond qu'il n'a rien aimé du tout). Parmi les éléments cités, c'est la manipulation qui semble avoir marqué les esprits des élèves : sur 14 élèves, 13 citent la manipulation des dés et du sablier. Derrière la manipulation, le code le plus nommé dans la question est le caractère ludique : la moitié des élèves trouve le jeu amusant. Ils mentionnent ensuite le fait de réfléchir et les moments de mises en commun.

Q2 : à propos des choses qui ont déplu dans le jeu, on relève que plus de la moitié des élèves répondent : rien. Certains élèves évoquent tout de même certaines contraintes : les nombres qu'ils souhaitent utiliser ne sont pas toujours dans la liste, le nombre à fabriquer est trop grand ou ils ne parviennent pas toujours à le fabriquer.

Q3 : il a été étonnant de voir que lorsque les élèves réalisent le rituel, 10 élèves sur 14 n'ont pas l'impression de travailler car le caractère ludique du jeu prend le dessus. Pourtant, il a été important de leur expliquer que même s'ils ne s'en rendent pas compte, ils travaillent beaucoup de compétences à travers ce jeu : il faut toujours penser à rappeler l'objectif et donc expliciter aux élèves ce qu'ils sont en train d'apprendre. Les 4 autres élèves quant à eux confient que même si c'est un jeu et qu'ils trouvent ça amusant ils ont l'impression de travailler tout de même car il faut réfléchir.

Q4 : pour la dernière question on observe que 10 élèves sur 14 préfèrent travailler le calcul mental sous forme de jeu plutôt que par le procédé habituel, ce qui révèle bien qu'ils prennent plus de plaisir à travailler par le jeu.

Dans le cadre de l'expérimentation, je pense pouvoir dire que les élèves ont pris **plus de plaisir grâce au jeu**. En effet, même si au départ les élèves éprouvaient certaines difficultés et n'osaient pas forcément aller au tableau pour montrer leurs procédures, au fil des semaines et des rituels, les élèves étaient tout à fait à l'aise avec cette forme de travail qu'ils découvraient petit à petit et ont pris confiance en eux. C'est avec surprise que j'ai pu observer progressivement certains élèves (qui avaient peur de l'erreur lors des séances de calcul mental sur ardoise) venir au tableau expliquer leurs procédures sans avoir peur de se tromper. Lorsqu'il y avait certaines erreurs, il s'ensuivait alors directement une recherche commune pour savoir ce qui n'avait pas fonctionné et ce que l'on pouvait améliorer, sans

moquerie. Le rituel avait lieu le matin, c'est également avec surprise que j'observais le sourire des élèves et différentes onomatopées telles que « oh oui » lorsque j'annonçais que nous allions faire le jeu mathador, chose que je n'avais pas constatée lors des séances de calcul mental « traditionnelles » pour lesquelles les élèves ne faisaient pas de commentaires particuliers. Cependant il ne convient pas de répondre à cette hypothèse uniquement par mon ressenti d'enseignante, c'est pourquoi il faut s'appuyer sur l'analyse menée ci-dessus. Celle-ci révèle que 10 élèves sur 14 préfèrent travailler le calcul mental sous forme de jeu, par conséquent ils prennent plus de plaisir.

Ainsi, je pense que le rituel a permis aux élèves de se rapprocher des nombres, notamment grâce au plaisir tactile des dés et à la manipulation qu'ils ont pu développer. De facto, les moments de partage et de coopération lors des mises en commun ont permis progressivement à certains élèves de prendre confiance en eux et d'effacer le statut de l'erreur qui les bloquait.

Grâce au rituel du jeu mathador, **la majorité des élèves a pris plus de plaisir à faire du calcul mental et préfère cette forme de travail plutôt que le travail traditionnel sur ardoise.**

CONCLUSION

Les élèves perçoivent fréquemment les mathématiques comme une discipline difficile. Il me semblait important de montrer qu'il est tout à fait possible de prendre plaisir à faire des mathématiques tout en apprenant, notamment grâce au jeu. Mais bien trop souvent, ce dernier est uniquement utilisé pour son caractère ludique et on ne pense pas qu'il puisse véritablement transmettre aux élèves des connaissances, des procédures, des automatismes... C'est pourquoi à travers ce mémoire de recherche, j'ai tenté de répondre à la problématique suivante : Les compétences en calcul mental automatisé et réfléchi sont-elles plus facilement atteignables pour les élèves lorsqu'elles sont travaillées avec le jeu mathador ?

Pour cela je me suis appuyée sur trois hypothèses :

- Les élèves vont gagner en rapidité en calcul mental automatisé.
- Les élèves vont gagner en efficacité en calcul mental réfléchi.
- Les élèves vont prendre plus de plaisir à faire du calcul mental.

L'expérimentation que j'ai menée en classe de CE2, m'a permis d'apporter des éléments de réponse. En effet, sous forme de rituel durant une période, les élèves ont joué à une adaptation du jeu Mathador Flash. En analysant les différents résultats obtenus après sept semaines de jeu, chaque hypothèse a été en partie vérifiée : la majorité des élèves a gagné en rapidité en calcul mental automatisé, en efficacité en calcul mental réfléchi et a pris plaisir à faire du calcul mental.

De plus, le rituel sous cette forme de travail (le jeu) a eu de nombreux effets positifs sur les élèves et a permis de :

- Rapprocher les élèves à la discipline du calcul mental notamment grâce à la manipulation des dés, du sablier et par conséquent certains élèves ont dépassé des représentations qu'ils avaient du calcul mental et de l'enseignement des mathématiques en général.
- Développer une fonction sociale importante grâce aux mises en commun durant lesquelles les élèves se sont rapprochés, ont dû coopérer, partager, échanger.
- Rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages.
- Faire progresser plus rapidement les élèves tels que nous le montrent les résultats obtenus. Pour la rapidité du calcul mental automatisé par exemple, l'ensemble des

calculs avaient déjà été travaillés avant le jeu, cependant c'est après le jeu que les élèves ont obtenu le meilleur temps. Même constat pour le calcul mental réfléchi : force est de constater sur le parcours des trois élèves qu'ils rencontraient plus de difficultés au début du rituel et beaucoup moins à la fin.

- Changer le rapport qu'avaient les élèves face à l'erreur.
- Raisonner, argumenter, justifier ses procédures.

Aussi, le travail accompli au cours de cette recherche m'a permis de comprendre plusieurs choses en tant que future enseignante.

D'une part que le jeu favorise la construction et la transmission de savoirs en mathématiques si celui-ci est bien mené et organisé mais aussi si les différentes variables sont correctement exploitées et adaptées aux élèves. Il faut en effet veiller à se mettre à la place de l'apprenant au moment de l'analyse a priori dans le but d'adapter le jeu aux besoins des élèves et d'anticiper leurs difficultés. D'autre part, j'ai, par le biais de l'expérimentation, appris à gérer une activité de jeu en classe, même si cela n'était pas évident au départ : s'assurer de la bonne compréhension des règles du jeu, adapter la situation pour les élèves en difficulté, gérer les comportements des élèves qui ne parviennent pas au résultat... Ayant mis en place ce rituel en période quatre, les élèves n'étaient pas habitués à cette forme de travail par le jeu, les habitudes se sont donc prises tardivement. Le dispositif aurait probablement gagné en efficacité s'il avait démarré plus tôt. C'est pourquoi, je souhaite poursuivre ce rituel en période cinq et j'ai l'intention en tant que future enseignante de varier les activités en calcul mental et ce dès le début de l'année dans le but d'habituer les élèves à différentes formes de travail et qu'ils soient d'autant plus efficaces.

Ainsi, le jeu mathador se révèle être un outil efficace pour transmettre et développer des compétences en calcul mental automatisé et réfléchi. Les élèves les intègrent d'ailleurs plus facilement grâce au jeu. De manière plus générale, le jeu n'est donc pas un outil à négliger dans l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire car au-delà de son aspect principal qu'est le plaisir, il transmet de véritables connaissances aux élèves.

BIBLIOGRAPHIE

Documents officiels

Ministère de l'Éducation Nationale (2016). Mathématiques. Documents d'accompagnement des programmes de 2016. *Les mathématiques par les jeux* (cycle 3 et cycle 4), disponible sur :

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Maths_par_le_jeu/92/4/01-RA16_C3_C4_MATH_math_jeu_641924.pdf

Ministère de l'Éducation Nationale (2016). Mathématiques. Documents d'accompagnement des programmes de 2016. *Le calcul aux cycles 2 et 3*, disponible sur :

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mathematiques/28/1/RA16_C2C3_MATH_math_calc_c2c3_N.D_609281.pdf

Ministère de l'Éducation Nationale (2018). Bulletin officiel n°30 du 26 juillet 2018.

Cédric VILLANI, Charles TOROSSIAN, 12 février 2018 : *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*.

Ouvrage

DE GRANDMONT Nicole (1995). *Pédagogie du jeu, jouer pour apprendre*. Éditions Logiques.

Documents d'accompagnements

Dossier pédagogique d'accompagnement : CRDP de l'académie de Besançon, Éric TROUILLOT, *Mathador, le jeu des accros au calcul mental*.

SITOGRAPHIE

Conférences

TROUILLOT ERIC (2016). *Le calcul mental et les pratiques en classes avec le jeu et les TICE*. Enregistré le mercredi 16 mars 2016, durée : 01 :40 :41. Disponible sur :

<http://www.crdp-lyon.fr/podcast/conference-calcul-mental-et-pratiques-en-classe-avec-le-jeu-et-les-tice-conference>

CNESCO et Institut français de l'Éducation (Ifé), novembre 2015 : *Nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire*. Disponible sur :

<http://www.cnesco.fr/fr/numeration/>

Site du CNESCO, conseil national d'évaluation du système scolaire, disponible sur :

<http://www.cnesco.fr/fr/accueil/>

ANNEXES

Annexe 1 : Évaluation diagnostique pour le calcul automatisé

Calcul automatisé

$4 \times 3 =$

$40 + 10 =$

$5 \times 8 =$

$60 - 10 =$

$7 \times 6 =$

$32 \times 10 =$

$2 \times 9 =$

$98 - 1 =$

$6 \times 5 =$

$17 \times 100 =$

$10 \times 4 =$

$87 + 1 =$

$4 \times 4 =$

$95 + 5 =$

$3 \times 6 =$

$10 - 4 =$

$9 \times 7 =$

$100 - 20 =$

$7 \times 8 =$

$4 \times 8 =$

$6 \times 9 =$

$9 \times 9 =$

$8 \times 8 =$

$7 \times 7 =$

Annexe 2 : Résultats de l'évaluation diagnostique en calcul mental automatisé

Prénom	Temps	Réussite
Mélina	17'26	16 / 24
Zoé	4'03	18 / 24
Téo	6'39	14 / 24
Luna	6'28	8 / 24
Ornela	8'22	14 / 24
Louis	10'45	11 / 24
Clarisse	4'44	12 / 24
Lucie	7'24	22 / 24
Coralie	8'35	14 / 24
Ethan	8'53	16/24
Océane	5'09	16 / 24
Elsa	20'45	24 / 24
Lilou	8'35	14 / 24
Inès	8'22	15 / 24

Annexe 3 : Résultats de l'évaluation sommative en calcul mental automatisé

Prénom	Temps	Réussite
Mélina	8'34	20/24
Zoé	2'17	20/24
Téo	6'15	15/24
Luna	5'20	19/24
Ornela	10'51	17/24
Louis	11'13	15/24
Clarisse	3'51	15/24
Lucie	4'25	23/24
Coralie	9'02	20/24
Ethan	6'14	21/24
Océane	4'03	22/24
Elsa	8'22	23/24
Lilou	5'48	19/24
Inès	9'39	20/24

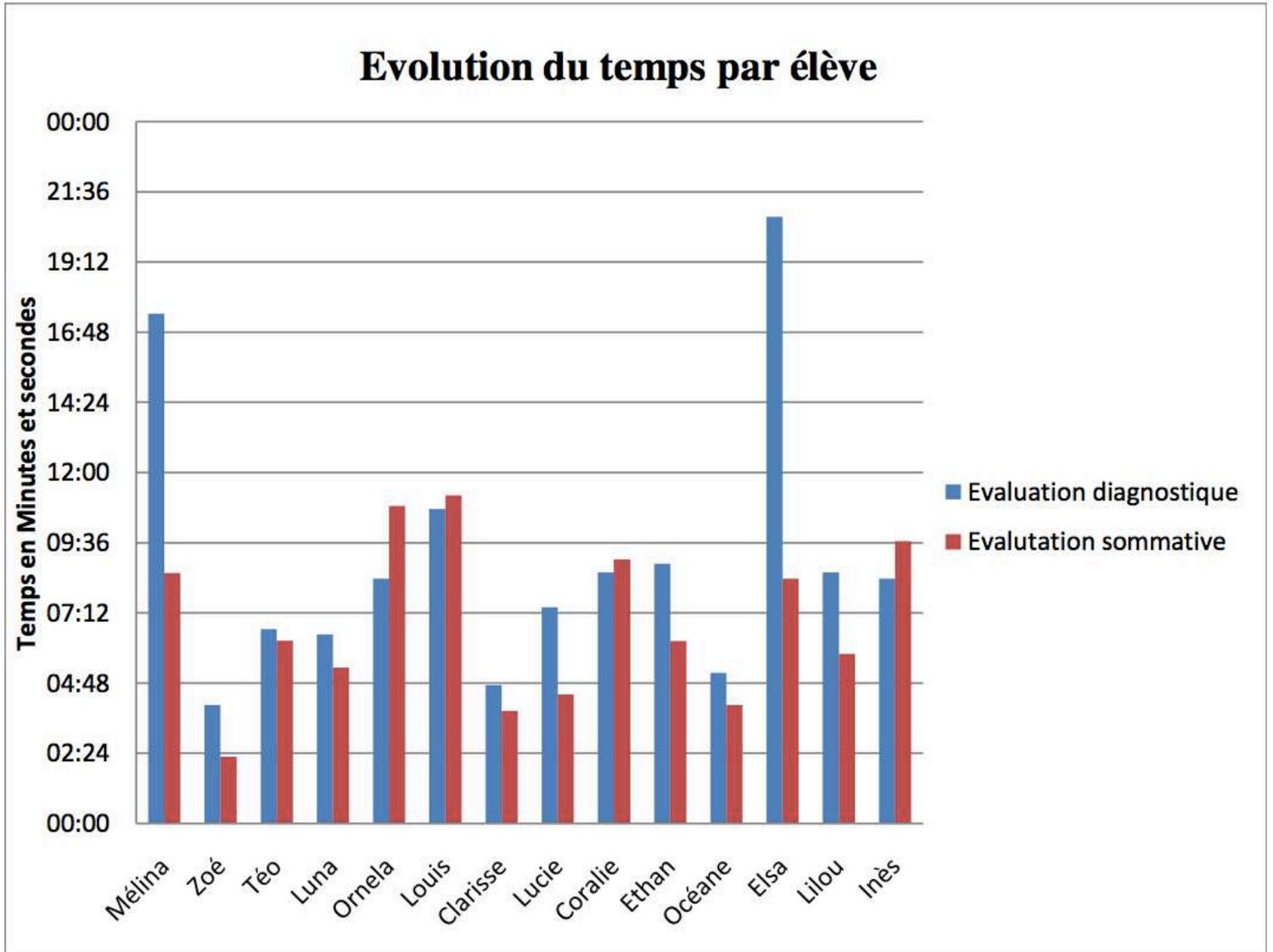


Par rapport à l'évaluation diagnostique, l'élève a amélioré son temps et/ou sa réussite.



Par rapport à l'évaluation diagnostique, l'élève n'a pas amélioré son temps et/ou sa réussite.

Annexe 4 : Graphique : évolution du temps par élève.



Annexe 5 : Gain de temps de quatre élèves entre les deux évaluations.

Elsa

Temps réalisé lors de l'évaluation diagnostique	20'45
Temps réalisé lors de l'évaluation sommative	8'22
Gain de temps entre les deux évaluations	12'23

Mélina

Temps réalisé lors de l'évaluation diagnostique	17'26
Temps réalisé lors de l'évaluation sommative	8'34
Gain de temps entre les deux évaluations	8'52

Zoé

Temps réalisé lors de l'évaluation diagnostique	4'03
Temps réalisé lors de l'évaluation sommative	2'17
Gain de temps entre les deux évaluations	1'46

Lilou

Temps réalisé lors de l'évaluation diagnostique	8'35
Temps réalisé lors de l'évaluation sommative	5'48
Gain de temps entre les deux évaluations	2'47

Annexe 6 : Évolution d'Inès au niveau de la réussite entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative.

Évaluation diagnostique

Évaluation sommative

15/24

Calcul automatisé (+; -; x)

$4 \times 3 = 12$ ✓	$40 + 10 = 50$ ✓
$5 \times 8 = 40$ ✓	$60 - 10 = 70$
$7 \times 6 = 48$	$32 \times 10 = \cancel{320}$ ✓
$2 \times 9 = 18$ ✓	$98 - 1 = 97$ ✓
$6 \times 5 = 30$ ✓	$17 \times 100 = 700$ ✓
$10 \times 4 = 40$ ✓	$87 + 1 = 88$ ✓
$4 \times 4 = 16$ ✓	$95 + 5 = 100$ ✓
$3 \times 6 = 18$ ✓	$10 - 4 = 14$
$9 \times 7 = 63$ ✓	$100 - 20 = 120$
$7 \times 8 = 64$	
$4 \times 8 =$	
$6 \times 9 = 54$ ✓	
$9 \times 9 =$	
$8 \times 8 = 26$	
$7 \times 7 =$	

20/24

Calcul automatisé (+; -; x)

$4 \times 3 = 12$ ✓	$40 + 10 = 50$ ✓
$5 \times 8 = 40$ ✓	$60 - 10 = 50$ ✓
$7 \times 6 = 42$ ✓	$32 \times 10 = 320$ ✓
$2 \times 9 = 18$ ✓	$98 - 1 = \cancel{99}$
$6 \times 5 = 38$ ✓	$17 \times 100 = \pm 700$ ✓
$10 \times 4 = 40$ ✓	$87 + 1 = 88$ ✓
$4 \times 4 = 16$ ✓	$95 + 5 = 90$ ✓
$3 \times 6 = 18$ ✓	$10 - 4 = \cancel{6}$ ✓
$9 \times 7 = 63$ ✓	$100 - 20 = 80$ ✓
$7 \times 8 = 56$ ✓	
$4 \times 8 = 32$ ✓	
$6 \times 9 = 54$ ✓	
$9 \times 9 = 81$ ✓	
$8 \times 8 = 64$ ✓	
$7 \times 7 = 49$ ✓	

Annexe 7 : Productions d'Inès

Lancers 1 et 2

Inès



Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
15	7-50-3-3 1	$50 - 40 = 10$ $3 + 3 = 6$ $6 - 1 = 5$ $10 + 5 = 15$	
16	6-4-30- 10-4	$10 + 6 = 16$ $8 \times 2 = 16$ $4 + 4 = 8$ $6 - 4 = 2$	7 points

Lancer 3

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
27	40-17-3- 7-4	$17 + 7 = 24$ $24 + 3 = 27$	2 points

Lancer 4

11	12-5-3- 20-1	$12 - 1 = 11$	$20 - 5 = 15$	2 points
		$20 - 12 = 8$ $8 + 3 = 11$	$3 + 1 = 4$ $15 - 4 = 11$	3 points

Annexe 8 : Productions d'Océane

Lancers 1 et 2

65	$90 - 4 - 4 - 14 - 11$ $4 - 14 - 11$	$90 - 14 = 86$ $86 - 11 = 75$ $75 - 4 = 71$ $71 - 4 = 67$		10
45	$19 - 3 - 20 - 6$ 1 X X X X 1 X	$6 + 20$ $6 + 20 = 26$ $26 + 19 = 45$	$1 + 3 = 4$ $4 + 19 = 23$ $23 + 20 = 43$ $43 + 6 = 49$ $49 - 2 = 47$ $46 + 1 = 47$	0

Lancers 3 et 4

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
50	$40 - 12 - 4 - 4$ 1 X X X X	$40 + 6 = 46$ $46 + 4 = 50$	10 points
37	$3 - 50 - 3 - 5 - 7$	$3 + 3 = 6$ $6 \times 5 = 30$ $30 + 7 = 37$	

Annexe 9 : Productions d'Ornela

Lancer 1

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
15	7-50-3 3-1	$3 \times 3 = 6 - 6 \times 7 = 13 - 13 * 7 = 74 - 74 + 7 = 15$	0

Lancer 2

47	19-3-20-6	$19 \times 3 = 57$ $57 + 20 + 6 = 83$ $20 \times 6 = 60 - 19 = 41$ $41 + 6 = 47$	11
----	-----------	---	----

Lancers 3 et 4



Ornela

Nombre à trouver	Nombres à utiliser	Calculs	Points obtenus
50	40 12 6 4 4	$40 + 6 + 4 = 50$ $40 + 12 = 52$ $52 - 4 = 50$ $4 \times 4 = 16$ $40 + 16 = 56$ $56 - 6 = 50$	5 pts
37	3-3-50 5-7	$3 + 3 = 6$ $5 \times 5 = 25$ $25 + 3 = 28$ $3 + 3 = 6$ $5 \times 6 = 30$ $30 + 7 = 37$	5 pts