



Avenue de Cour 33 – CH 1014 Lausanne

Bachelor of Arts et Diplôme d'enseignement pour les degrés préscolaire et primaire

Dans quelle mesure un rituel de mathématiques par semaine améliore les compétences préalables des élèves en calcul réfléchi ?

Mémoire professionnel

Travail de

Zoé Morax P30155 & Annaïk Zuber P28491

Sous la direction de

Audrey Daina

Membre du Jury

Luc-Olivier Bünzli

Lausanne

Mai 2017

Remerciements

Nous souhaitons remercier notre directrice de mémoire, Madame Audrey Daina, pour son accompagnement tout au long de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier Madame Sylvie Delisle et Madame Stéphanie Bovey pour nous avoir permis d'expérimenter nos rituels en classe.

Nous remercions également Madame Céline Deforel, praticienne formatrice, qui nous a permis de découvrir le rituel du mur ainsi que de l'exercer en classe pour la toute première fois. Les discussions que nous avons eues nous ont poussées à nous interroger davantage à propos de l'enseignement du calcul réfléchi.

Un remerciement tout particulier à nos proches qui ont contribué à la relecture de ce mémoire.

Table des matières

1. INTRODUCTION	6
1.1 THEME	6
1.2 JUSTIFICATIONS	6
1.3 BUTS DU TRAVAIL	7
1.4 CONTEXTE DU TRAVAIL	8
2. CADRE THEORIQUE	9
2.1 CALCUL AUTOMATISE ET CALCUL REFLECHI	9
2.2 RITUEL	11
2.3 COMPETENCE	12
2.4 ERREUR	13
3. PROBLEMATIQUE	16
3.1 QUESTION DE RECHERCHE	16
3.2 HYPOTHESES	16
4. DEMARCHE METHODOLOGIQUE	17
5. ANALYSE	19
5.1 ANALYSE DES QUESTIONNAIRES	19
5.2 RITUEL : LE MUR	21
5.2.1 Explication du rituel	21
5.2.2 Classe A	21
5.2.3 Classe B	28
5.3 RITUEL : LA SUITE-EN-TETE	37
5.3.1 Explication du rituel	37
5.3.2 Classe B	38
5.3.3 Classe A	46
5.4 CONCLUSION DES ANALYSES	54
6. DISCUSSION DES RESULTATS	56
7. CONCLUSION	59
8. BIBLIOGRAPHIE	61
9. ANNEXES	62
9.1 JOURNAUX DE BORD	62
9.2 QUESTIONNAIRE	72
9.3 ANALYSE DES QUESTIONNAIRES	73

9.4 RESULTATS – LE MUR.....	78
9.4.1 Résultats classe A.....	78
9.4.2 Résultats classe B.....	79
9.5 RESULTATS – LA SUITE-EN-TETE	80
9.5.1 Résultats classe B.....	80
9.5.2 Résultats Classe A.....	81
9.6 TRACES DES ELEVES	82
9.6.1 Le Mur : Pré-test, Classe A.....	82
9.6.2 Le Mur : Post-test, Classe A.....	83
9.6.3 Le Mur : Pré-test, Classe B.....	84
9.6.4 Le Mur : Post-test, Classe B.....	85
9.6.5 La Suite-en-tête : Pré-test, Classe B	86
9.6.6 La Suite-en-tête : Post-test, Classe B	87
9.6.7 La Suite-en-tête : Pré-test, Classe A	88
9.6.8 La Suite-en-tête : Post-test, Classe A	89

1. Introduction

1.1 Thème

Ce travail de mémoire s'intéresse aux rituels de calcul réfléchi exercés en classe. Notre intention est d'expérimenter certains rituels bien choisis et de les analyser. Le but étant de voir dans quelle mesure la mise en place de ces rituels peut améliorer les compétences des élèves en calcul réfléchi.

Selon nous, le calcul réfléchi est enseigné ni suffisamment, ni de façon assez diversifiée, dans toutes les classes. François Boule (1997-98) le mentionne d'ailleurs dans un de ses ouvrages : « Le calcul mental est une activité tenue pour importante à l'école élémentaire, et depuis longtemps. Néanmoins, sa pratique semble souvent irrégulière et imprécise, et nettement éclipsée par la mise en place des techniques écrites. » (p.15). En effet, beaucoup de recherches prouvent que le calcul réfléchi est important dès les premières années scolaires. Cependant, ce n'est pas pour autant que les enseignants prennent suffisamment de temps en classe pour le pratiquer. C'est pourquoi nous avons décidé de mettre en place de façon régulière un rituel en mathématiques dans nos classes, ceci afin d'entraîner régulièrement les élèves et développer leurs compétences en calcul réfléchi.

1.2 Justifications

Pourquoi les mathématiques ?

Nous avons ciblé notre choix de sujet de mémoire sur les mathématiques tout d'abord, car nous avons toujours apprécié cette branche en tant qu'élèves. Après deux ans à la HEP et en stage, nous nous sommes également rendu compte de la place que prennent les mathématiques dans l'enseignement. En effet, beaucoup de périodes y sont consacrées, car cette discipline fait partie du groupe I durant les quatre années scolaires du deuxième cycle d'un élève. Finalement, nous avons pu remarquer que les écarts de niveaux sont très conséquents en mathématiques et que la gestion de leur enseignement ainsi que de leur apprentissage est compliquée. Nous aimerions mettre en place pour le futur, un enseignement des mathématiques qui réduit les écarts de niveaux tout en donnant du plaisir à la majorité des élèves.

Pourquoi le calcul réfléchi ?

Nous avons toujours été intriguées par les multiples façons dont les enseignants enseignent le calcul réfléchi. Durant nos deux premières années de stage, nous avons chacune pu observer une méthode d'enseignement qui nous a questionnées. Nous avons ainsi remarqué, qu'au sein de nos stages, le calcul réfléchi était exercé sous forme de rituel. Nous avons ainsi découvert deux rituels qui ont requis toute notre attention. Ces derniers nous ont inspirées concernant leur mise en place, mais nous nous interrogeons par rapport à leur utilité au niveau de l'amélioration réelle des compétences des élèves.

1.3 Buts du travail

Dans un premier temps, notre but était de démontrer le lien entre les rituels en calcul réfléchi et la participation des élèves en classe. Nous nous sommes rendu compte que la participation n'était pas un élément observable, ni très pertinent, dans le cadre de notre travail. C'est pourquoi nous avons décidé de changer notre question de recherche, afin de pouvoir analyser des éléments observables adaptés aux rituels que nous avons sélectionnés.

Notre but principal était alors d'évaluer la progression des élèves sur des connaissances qui avaient déjà été travaillées en classe et qui étaient entraînées, ou réinvesties, lors des séances que nous avons menées. Nous avons donc choisi de baser nos rituels sur des connaissances qui n'étaient pas travaillées en dehors de ceux-ci. Nous cherchions à savoir si les rituels que nous allions mettre en place auraient un impact positif sur les compétences des élèves. Nous avons expérimenté deux rituels : un sous forme orale, en collectif, l'autre en individuel.

Notre dispositif de recherche s'organise en trois temps. Premièrement, nous avons réalisé une enquête auprès de 39 enseignants grâce à un questionnaire. Nous voulions connaître quelles étaient leurs pratiques concernant les rituels pour le calcul réfléchi en mathématiques. Ceci nous a permis d'élaborer la mise en place de deux rituels pour nos expérimentations en classe. Deuxièmement, nous avons créé des tests à faire passer aux élèves avant et après la mise en place du rituel. Le but était de pouvoir analyser les résultats, la progression et les erreurs des élèves. Par la suite, nous avons échangé nos rituels afin de les expérimenter chacun dans les deux classes. Pour terminer, nous avons synthétisé tous nos résultats et conclu en regard de nos hypothèses posées préalablement.

1.4 Contexte du travail

Notre étude a pris place dans les deux classes suivantes :

Classe A :

- Degré : 6ème HarmoS
- Nombre d'élèves : 20
- Cas particulier : un élève absent entre août et octobre lors de la mise en place du premier rituel. Un élève diagnostiqué dyslexique avec d'importantes difficultés en mathématiques.
- Milieu socio-économique : selon nous, les élèves de cette classe sont issus de familles plutôt aisées, la majorité est de langue maternelle française et bénéficie du soutien de leurs parents à la maison. Nous remarquons en effet, qu'il y a un bon suivi au niveau de leurs apprentissages.

Classe B :

- Degré : 8ème HarmoS
- Nombre d'élèves : 19
- Cas particulier : une élève en intégration avec un certain handicap au niveau de la vue, de la motricité et également au niveau cérébral.
- Milieu socio-économique : selon nous, c'est une classe multiculturelle. La langue maternelle des élèves n'est pas forcément le français, ce qui signifie que les parents ne parlent pas tous le français couramment. Nous remarquons que dû à cela, le soutien des parents, par rapport aux apprentissages, est moins présent.

2. Cadre théorique

Dans cette partie, nous allons définir différents concepts clés utiles à la compréhension de ce travail. Pour commencer, nous avons remarqué que les notions de calcul réfléchi et calcul mental sont souvent utilisées, à tort, comme synonymes. Nous n'utilisons pas le terme de calcul mental dans notre recherche, mais celui de calcul réfléchi. Il s'agit donc tout d'abord de définir les termes *calcul automatisé* et *calcul réfléchi*. Les didacticiens insistent particulièrement sur la distinction entre ces deux notions, c'est pourquoi il nous semble important de les expliquer telles que nous les utilisons au sein de notre recherche.

Nous allons également définir la notion de *rituel* qui est omniprésente dans notre travail, ainsi que la notion de *compétence* que nous utilisons dans notre question de recherche. Pour finir, nous allons développer une *typologie d'erreurs*, à laquelle nous nous référerons dans les analyses d'erreurs observées en classe.

2.1 Calcul automatisé et calcul réfléchi

Nous commençons par définir la notion de *calcul automatisé*. Charnay, Mante, Douaire & Valentin (2003) proposent la définition suivante :

« Il y a calcul automatisé chaque fois :

- que nous faisons simplement appel à un résultat déjà mémorisé (pour le calcul de 4×6 , nous savons que le résultat est 24, sans avoir à réfléchir) ;
- ou que nous nous limitons à exécuter un algorithme lui aussi parfaitement mémorisé et valable quels que soient les nombres (pour le calcul de $426 - 248$, nous pouvons poser l'opération en colonne, puis faire les calculs sans avoir à réfléchir).

Dans tous ces cas, nous agissons en quelque sorte par réflexe. N'oublions pas cependant que cela a nécessité un apprentissage et, qu'avant d'être automatisés, ces calculs nous ont demandé pas mal de réflexion. » (p. 113).

Ils expliquent aussi que « le calcul automatisé s'appuie sur des propriétés des nombres liées notamment à leur écriture en numération décimale et sur des propriétés des opérations, même si ces propriétés ne sont pas nécessairement visibles pour le calculateur. (...) Le calcul automatisé est impersonnel : il est conduit de la même façon par tous les individus. (...) Le calcul automatisé nécessite peu d'effort, car exécuté par réflexe. Il peut être réalisé rapidement. (...) Le calcul automatisé s'apparente à un exercice routinier : il suffit d'exécuter une procédure connue. » (Charnay *et al.*, 2003, p.114).

À présent, nous allons définir la notion de *calcul réfléchi*. Pour ce faire, nous nous sommes référées à la définition qui se trouve dans les commentaires didactiques du Cahier de calcul pour les 8H (Sauthier & Aymon, 2009) : « Pour le calcul réfléchi, on parle souvent de "calcul intelligent", en opposition au calcul automatisé qui caractérise les résultats mémorisés et les algorithmes en colonnes. Pour chaque calcul, l'élève doit construire une procédure lui permettant de trouver le résultat, en s'appuyant sur des éléments connus. Ce processus se rapproche de celui d'une résolution de problème.

Les points d'appui principaux pour la création de procédures efficaces sont :

- la connaissance des résultats mémorisés et rapidement reconstruits,
- la connaissance des nombres et des principes de fonctionnement de notre système de numération,
- la maîtrise des propriétés des opérations. » (p. 15)

Charnay *et al.* (2003) nous permettent d'approfondir notre compréhension des connaissances mises en oeuvre lors de calculs réfléchis : « Le calcul réfléchi s'appuie sur des propriétés des nombres liées notamment à leur écriture en numération décimale, à leurs relations entre eux (19 c'est $20 - 1$; 4 c'est 2×2) et sur des propriétés des opérations que le calculateur décide de mobiliser : il les met en oeuvre "en acte" de façon consciente (ce qui ne signifie pas pour autant qu'il est capable de les exprimer formellement). (...) Le calcul réfléchi est très personnalisé. Le même calcul peut être réalisé de plusieurs manières selon les individus, notamment en fonction de leurs connaissances sur les nombres et les opérations. (...) Pour un calcul réfléchi, la charge mentale de travail peut être importante... et le temps disponible plus important. (...) Le calcul réfléchi s'apparente davantage à la résolution de problèmes : il faut d'abord imaginer une procédure possible. » (p.114).

Afin de concrétiser nos deux définitions, nous avons choisi de les illustrer grâce à l'exemple suivant de Wilfrid Ivorra (2012) :

« Par exemple, le calcul 8×9 sera réfléchi si l'élève effectue le produit 8×10 puis retranche 8 pour obtenir 72 et automatisé si l'élève rappelle un résultat stocké dans la mémoire à long terme (i.e. utilise la mémorisation de la table de 8). Un même calcul peut donc être automatisé pour un élève et réfléchi pour un autre. De même, pour un élève donné, un calcul pourra être réfléchi dans un premier temps puis mémorisé et automatisé par la suite. » (Une nouvelle façon de former et de se former, 2012, para. 2).

Pour clore ce sous-chapitre sur les deux notions de calculs que nous reprenons tout au long de notre étude, nous retenons les éléments suivants :

- *Le calcul automatisé* fait référence à l'utilisation de résultats déjà mémorisés ou d'algorithmes.
- *Le calcul réfléchi* se réfère aux capacités qu'a un élève à construire sa propre procédure qui lui permet de trouver le résultat d'un calcul en s'aidant d'éléments connus.

2.2 Rituel

Afin de définir ce concept de *rituel*, nous avons utilisé plusieurs ressources. La première est tirée du dictionnaire Larousse et nous donne une définition générale du mot : « Ensemble de comportements codifiés, fondés sur la croyance en efficacité constamment accrue de leurs effets, grâce à leur répétition. » (éd, 2010, p. 894).

Pour définir plus précisément la notion de rituel, nous faisons référence à Catherine Dumas, auteur d'un ouvrage sur les rituels en maternelle. Dans sa recherche, Dumas fait part de l'importance d'utiliser des rituels dans toutes les disciplines durant les deux premières années scolaires. Malgré le fait que cette étude n'ait pas les mêmes finalités que la nôtre, la définition du rituel que nous retrouvons dans cette dernière correspond à l'utilisation que nous en faisons dans notre travail. Nous citons ci-dessous les caractéristiques d'un rituel qu'énonce Dumas (2009) : « Ces caractéristiques pourraient bien être, quelles que soient les différences apparentes et les variables didactiques :

- la très grande régularité d'un fonctionnement ;
- la répétitivité des gestes, des paroles, des codes mis en place ;
- l'identité formelle des situations dont les enjeux ne varient pas et qui constituent des repères sûrs, même si les contenus évoluent ;
- des contraintes claires, des règles bien posées et respectées par tous. » (p. 7).

L'auteure poursuit par énoncer cinq fonctions principales :

- « Les rituels marquent d'abord un passage. (...) La première fonction est de recréer le groupe classe et d'installer l'enfant dans l'organisation sociale dans laquelle il va vivre sa journée.

- Ils sont un espace d'autonomie, car les contraintes très fortes (...) règlent les enfants : quand le rituel est bien engagé, le groupe classe peut fonctionner seul. (...) Cette autonomie s'acquiert grâce à la répétition des actions et des activités.
- Ils ont une fonction contractuelle (...) : il faut passer un contrat, et c'est dans le déroulement de l'activité ou du jeu que l'enfant éprouve les règles. (...) Les rituels marquent aussi des places, car ils permettent de définir sa place et de s'y tenir ; ils instaurent des rôles dans le rapport au savoir qui peuvent changer et évoluer.
- Ils sont fortement liés à la socialisation : pendant les rituels, on construit des comportements (...) et on est dans le champ du collectif. (...)
- Ils sont liés aux apprentissages fondamentaux de l'école maternelle : on y construit des savoirs. L'élève y apprend son métier d'élève. C'est dire l'importance stupéfiante de ces rituels ! » (p. 7-8).

Nous retenons de cette définition que les rituels sont des codes, des gestes, des paroles répétés de manière ponctuelle qui permettent aux élèves de développer une certaine autonomie. Ces moments, tant individuels que collectifs, permettent de tenir un rythme de classe adéquat permettant aux élèves de construire leurs propres apprentissages. Ces éléments nous apportent des précisions sur l'utilité des rituels en général, que nous pouvons appliquer à notre recherche sur les rituels de calcul réfléchi. Nous notons que les rituels en calcul réfléchi permettront aux élèves de développer une autonomie dans ce domaine, qui leur sera utile pour beaucoup d'activités mathématiques.

2.3 Compétence

Le terme *compétence* est très vaste et utilisé de différentes manières dans le domaine pédagogique. Dans notre question de recherche, nous l'employons dans le sens défini dans le dictionnaire pédagogique de l'éducation par Arénilla (2007) : « Avoir une compétence c'est posséder un savoir ou un savoir-faire d'une qualité reconnue, dans un domaine défini ; être compétent a le même sens, c'est faire preuve de savoir et, à la limite, être un expert dans le domaine considéré. » (p. 64).

Nous consolidons cette définition grâce à une autre que nous avons trouvée dans le dictionnaire des concepts clés – apprentissage, formation, psychologie cognitive de Raynal & Rieunier (2014). « La compétence (...) implique à la fois des connaissances déclaratives, des connaissances procédurales et des attitudes. Ces trois dimensions apparaissent sous la forme

d'une juxtaposition hésitante et maladroite dans le cas du "novice" pour devenir un ensemble fusionnel performant dans le cas de "l'expert". » (p. 141)

Le terme *compétence* est utilisé de manière variée dans différents domaines (de l'école, du travail ou du sens commun). Dans le cadre de notre travail, et donc dans le contexte plus particulier de l'enseignement des mathématiques à l'école, notre vision des compétences est un élément qui permet à un individu d'exercer une activité complexe de manière efficace. Nous retenons également le terme expert qui revient dans les deux définitions ; être expert d'une situation donnée, implique que l'on soit compétent et donc que l'on acquiert de bonnes compétences dans ce domaine.

Nous tenons à amener une précision sur les compétences que nous attendons des élèves concernant le calcul réfléchi. En effet, il est possible de retrouver dans le Plan d'études roman (2009) l'objectif d'apprentissage, la composante ainsi que les attentes fondamentales demandées aux élèves durant leur deuxième cycle : « MSN 23 — Résoudre des problèmes additifs et multiplicatifs... en construisant, en exerçant et utilisant des procédures de calcul (calcul réfléchi, algorithmes, calculatrice, répertoires mémorisés) avec des nombres rationnels positifs. Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève utilise des procédures de calcul réfléchi pour effectuer de manière efficace une addition, une soustraction (6e année), une multiplication, ou une division (8e année). » (CIIP, 2009).

2.4 Erreur

Dans ce travail, notre analyse est basée sur les erreurs des élèves commises lors des pré-tests et post-tests. Nous avons décidé d'élaborer une typologie en nous basant sur des références théoriques ainsi que sur nos observations des erreurs commises par les élèves dans nos classes. Tout d'abord, nous commençons par définir le terme *erreur* en citant l'article de Guy Brousseau : « Pour "définir" une erreur il faut d'abord envisager un premier actant, engagé dans une première situation. Il cherche à accomplir une tâche déterminée ou à obtenir un certain résultat déterminé, par l'emploi de moyens complètement ou incomplètement connus de lui. (...) l'erreur est essentiellement une décision dont la production malencontreuse peut être prévue par l'actant et donc corrigée par un apprentissage. » (Brousseau, 2001, p. 1).

À présent, nous présentons la typologie d'erreurs que nous avons définie et utilisée lors de nos analyses. Nous avons classé les erreurs des élèves selon six catégories que nous définissons ci-dessous.

Erreur d'échange entre dizaine, centaine, etc. que nous appellerons : erreur de numération

Le thème travaillé lors des deux rituels dans la classe B étant les livrets cachés, beaucoup d'élèves ont commis des erreurs liées à une mauvaise application de règles d'échange dans notre système de numération en base dix. Ceci a pour conséquence l'ajout ou l'oubli d'un ou plusieurs zéros dans le résultat.

Par exemple : $480 \div 80 = 60$

Avec ce calcul, nous observons que la réponse « 80 » contient un zéro en trop ce qui est donc une erreur de numération.

Erreur de complément

Le sujet travaillé dans la classe A était les compléments à 100. Par conséquent, certaines erreurs ont été interprétées uniquement en tant qu'erreur liée à des stratégies erronées pour les « compléments à ». Plus précisément, nous observons que les élèves oublient de prendre en compte le fait que les unités additionnées, font 10, et donc, ils élèvent le résultat à la dizaine supérieure. C'est une erreur typiquement liée à la compétence principale travaillée lors de l'apprentissage des compléments.

Par exemple : $23 + 87 = 100$

Nous remarquons ici qu'avec la réponse « 87 », l'élève a d'abord cherché le complément à la dizaine supérieur donc « 7 » puis il a cherché le complément de 20 à 100, ce qui lui donnait 80. Il a ensuite additionné ces deux nombres afin d'obtenir la réponse erronée.

Erreur de répertoire mémorisé

Certaines erreurs sont liées à la mémorisation erronée ou à la non-mémorisation des tables de multiplication. Dans l'article d'Aymon et Sauthier (2010), nous retrouvons le terme de « résultats à mémoriser ». Nous nous appuyons sur leur définition afin de déterminer les calculs faisant partie du répertoire mémorisé et donc les erreurs liées à cette catégorie.

« Les calculs de cette catégorie peuvent se caractériser de la manière suivante : c'est une catégorie d'un nombre fini de calculs. (...) Cette catégorie est constituée d'un ensemble de résultats rapidement disponibles, ensemble qui peut s'étendre selon les capacités de chacun.

(...) Les calculs de cette catégorie sont au service des autres catégories de calculs, dans le sens où ils permettent de réduire le “coût cognitif” lors de la réalisation de tâches plus complexes. » (Aymon & Sauthier, 2010, p. 30)

Nous retrouvons alors les éléments suivants au sein de cette catégorie :

- « répertoire additif jusqu’à $9 + 9$
- répertoire soustractif jusqu’à $18 - 9$
- répertoire multiplicatif jusqu’à 9×9
- complément à 10, 20, 50 et 100
- les premiers multiples de 15 et 25 » (*ibid.*).

Dans les erreurs commises par nos élèves concernant le répertoire mémorisé, nous retrouvons par exemple : $480 \div 7 = 60$

Dans ce calcul, l’élève a effectué une erreur en proposant implicitement le calcul « $6 \times 7 = 48$ ». Il n’a donc certainement pas bien mémorisé les livrets en questions.

Erreur liée aux opérations intellectuelles impliquées

Nous avons choisi cette catégorie d’erreur parmi celles proposées dans l’ouvrage d’Astolfi (2006) « L’erreur, un outil pour enseigner ». En effet, ce dernier explique la nature de l’erreur d’élèves liée aux opérations intellectuelles impliquées. Il définit ce concept de la manière suivante : « des erreurs liées aux opérations intellectuelles impliquées, lesquelles peuvent ne pas être disponibles chez les élèves alors qu’elles paraissent “naturelles” à l’enseignant. » (p. 58). La cause de ce raisonnement inadapté serait une abstraction trop élevée du calcul, qui présente alors une difficulté pour l’élève. Les erreurs qui se retrouvent donc dans cette catégorie sont issues d’un raisonnement inadapté de la part de l’élève par rapport à l’opération proposée ou d’un raisonnement invisible par l’enseignant lors de l’analyse de l’erreur.

Par exemple : $79 + 19 = 100$

Avec ce calcul, nous observons qu’il est difficile de rendre explicite le chemin qu’a fait l’élève pour donner cette réponse. Vu l’incohérence de sa réponse, nous pensons que cette erreur est due à un calcul trop complexe, c’est pourquoi il se retrouve dans cette catégorie.

Erreur de confusion d’opération

Les erreurs qui se retrouvent dans cette catégorie sont issues d’une confusion des termes lors de la résolution du calcul.

Par exemple : $100 \div 2 = 200$

Nous remarquons avec cette réponse que l'élève fait une erreur au niveau du choix de l'opération. Autrement dit, il fait une multiplication au lieu d'une division.

3. Problématique

3.1 Question de recherche

Notre travail de mémoire porte sur la question de recherche suivante :

Dans quelle mesure un rituel de mathématiques par semaine améliore les compétences préalables des élèves en calcul réfléchi ?

3.2 Hypothèses

D'après cette question de recherche, nous avons émis une première hypothèse : le fait de pratiquer du calcul réfléchi, sous la même forme pendant plusieurs semaines, collectivement, accompagné d'un travail métacognitif sur les stratégies, devrait permettre aux élèves d'acquérir de nouvelles compétences. De plus, cela signifie que nous devrions pouvoir observer un impact positif sur leurs compétences à long terme, ce qui se trouve être notre deuxième hypothèse. Nous arrivons à notre dernière hypothèse, qui suggère que la mise en place d'un rituel bien défini aura un impact positif sur la participation des élèves. En effet, nous suggérons que le fait de prendre part à un rituel de calcul réfléchi ayant un aspect ludique pourrait motiver les élèves à participer davantage à ces moments.

Nos hypothèses se basent sur les articles que nous avons lus, les apports théoriques des séminaires et des cours des modules BP22MAT (2015) et BP53MAT (2016) suivis lors de notre formation à la HEP. Nous avons aussi fondé ces hypothèses grâce à nos expériences en stage, en observant les pratiques de nos différents formateurs et formatrices.

4. Démarche méthodologique

Dans un premier temps, durant les vacances d'été, nous avons demandé à une cinquantaine d'enseignants de 5 à 8ème HarmoS de remplir un questionnaire, afin de voir ce qui se faisait dans les classes ainsi que de nous aider à déterminer quels rituels nous allions mettre en place. Nous présentons les résultats de ces enquêtes dans la première partie de nos analyses.

Après avoir analysé les questionnaires, nous avons choisi deux rituels et avons commencé la partie expérimentale de notre travail. Celle-ci comporte un pré-test, six à sept séances de travail en classe et un post-test afin de mesurer les progrès des élèves. Ce dispositif a été répété deux fois, en alternant les rituels dans chaque classe.

	Rituel 1 Le mur	Rituel 2 La suite-en-tête
Classe A	Août - octobre	Octobre - décembre
Classe B	Octobre - décembre	Août - octobre

Pour pouvoir évaluer la progression des élèves, nous leur avons fait passer le pré-test avant la première séance. Le même test a été réalisé après la dernière séance ; le post-test. Nous avons mis en place deux rituels pendant environ sept semaines dans chacune de nos classes de stage. Nous exerçons ces rituels une fois par semaine pendant 10 à 20 minutes. Durant ces moments consacrés à l'entraînement du calcul réfléchi, nous prenons toujours quelques minutes afin de travailler collectivement les stratégies métacognitives des élèves. Comme nous avons pu le lire dans un article de Butlen & Pézard (1998) :

« Les séances de calcul mental sont des espaces de travail intensif : (...)

- Du point de vue collectif : on peut constater une réelle émulation, une dynamique dans la classe. De plus, s'il y a explicitation, les élèves sont amenés à comparer les différentes procédures, à effectuer un choix parmi celles-ci, ce choix dépend de la nature des données et des calculs à effectuer, et de ce fait ils enrichissent leurs capacités calculatoires. » (pp. 10-11). Cette citation nous confirme l'importance des moments de mise en commun afin de favoriser le développement des stratégies des élèves.

Afin de garder mémoire de ce qui s'était passé en classe, nous avons pris des notes dans un journal de bord après chaque moment de rituel (voir annexe 9.1).

Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessus, les vacances d'octobre marquent la fin de notre premier rituel exercé dans chacune des classes. Nous avons donc pu analyser les résultats de cette expérience, afin d'en tirer des conclusions et de pouvoir opérer des changements dans leur mise en place pour la seconde classe si nécessaire. À la rentrée des vacances d'octobre, nous avons échangé nos deux rituels afin de les exercer jusqu'aux vacances de Noël.

Par la suite, nous avons analysé, dans un premier temps, les résultats des tests, en comparant les résultats de chaque élève aux pré-tests et aux post-tests. Nous nous sommes ensuite penchées plus précisément sur les erreurs récurrentes des élèves afin de les analyser et de comprendre leur origine.

5. Analyse

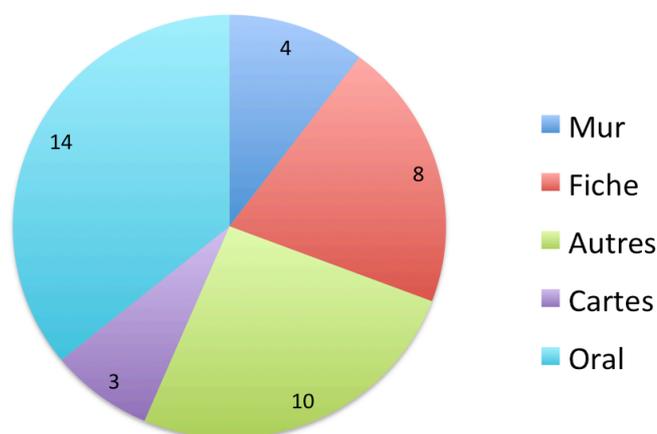
5.1 Analyse des questionnaires

Pour pouvoir mener à bien notre analyse, notre objectif était de récolter au minimum 30 réponses. Pour ce faire, nous avons envoyé le questionnaire (voir annexe 9.2) à 50 personnes. Sur ces 50 personnes, 4 n'ont pas répondu et 7 personnes n'ont pas respecté les consignes en nous donnant des réponses par rapport à une autre branche.

Pour notre analyse, nous nous sommes donc basées sur les 39 réponses que nous estimions utiles. Sur la base de ce questionnaire, nous avons remarqué les statistiques suivantes (voir annexe 9.3) :

- Plus de la moitié des enseignants utilisent les rituels en mathématiques une fois par semaine.
- Nous avons calculé une moyenne de 12 minutes par rituel exercé en classe.
- Un peu moins d'un tiers des enseignants n'utilisent pas de matériel et font tout oralement tandis que plus d'un quart utilisent des fiches.
- Plusieurs enseignants travaillent le calcul réfléchi avec des listes de calculs sur des fiches ou dans un cahier.
- Plusieurs enseignants travaillent avec des cartes qu'ils ont soit conçues eux-mêmes, ou utilisent celles qui sont proposées par la CADEV¹.

Nous retrouvons sur le graphique ci-dessous, les différentes modalités de mise en place des rituels dans les classes des trente-neuf enseignants interrogés pour notre étude :



¹ Centrale d'achats de l'Etat de Vaud

Nous avons ainsi choisi un rituel oral et collectif tandis que le second se trouve être mental et individuel. Les deux ne demandent cependant pas de matériel particulier. Nous avons décidé de suivre les statistiques et donc de mettre en place le rituel défini, qu'une seule fois par semaine, pendant 15 minutes.

Après avoir analysé les questionnaires, nous avons sélectionné deux rituels proposés par les enseignants. Le premier s'appelle le "mur" et a été proposé plusieurs fois dans les réponses. De plus, l'une d'entre nous avait déjà pu l'observer en stage et avait apprécié sa mise en place ainsi que son efficacité. Le second rituel sélectionné est celui de la "suite-en-tête". Nous l'avons sélectionné, car sa forme nous paraissait intéressante due à son aspect ludique et plus individuel. Nous avons aussi pensé que sa forme permettait une mise en commun et une visibilité des stratégies optimale. Nous décrivons ces rituels plus en détail dans la partie analyse.

5.2 Rituel : le mur

5.2.1 Explication du rituel

Ce rituel consiste à donner un calcul oralement, laisser le temps aux élèves de trouver la réponse, puis en interroger un. Tout se passe donc oralement, les élèves n'ont rien le droit d'écrire. Si la réponse donnée est correcte, l'élève se place devant la porte et commence à former le "mur". L'enseignant donne alors un nouveau calcul et interroge un autre élève. S'il répond correctement, il se place debout à côté du premier élève. Si sa réponse est erronée, il reste à sa place. Ainsi de suite, jusqu'à ce que l'enseignant décide d'interroger un élève qui se trouve dans le "mur". Si celui-ci donne une réponse erronée, le mur s'effondre et tout le monde retourne à sa place. Si l'élève n'a pas entendu le calcul, même conséquence ; le mur s'effondre. S'il répond correctement, le jeu continue. Ce n'est pas autorisé de médire ou râler sur un camarade qui a fait une erreur. L'enseignant peut interroger à tout moment les élèves du mur, ceci dans le but qu'ils restent concentrés et se sentent concernés par le jeu. Le but est que tous les élèves de la classe soient dans le mur.

Nous avons choisi ce rituel, car il comprend des aspects de coopération et de collaboration, en plus du calcul réfléchi. Chaque élève doit être prêt à être interrogé, à n'importe quel moment, et il sera donc amené à être attentif et à résoudre tous les calculs mentalement. Ce rituel est également bon pour la gestion de classe et renforce le sentiment d'appartenance à un groupe. La difficulté de ce rituel est, tout d'abord, d'en expliquer les règles, puis de faire comprendre aux élèves qu'ils sont un groupe classe et que le but est qu'ils y arrivent tous ensemble.

5.2.2 Classe A

Déroulement du rituel (septembre à octobre)

Le thème choisi était les compléments à 100. Ce sujet avait été travaillé pour la dernière fois en fin de 5^{ème}, c'est-à-dire, deux mois auparavant. Les consignes ont été données le premier jour de la mise en place du rituel. Beaucoup de questions sont survenues au départ, mais tout s'est très vite mis en place correctement et a bien fonctionné.

Ce rituel a été travaillé sur sept séances. Après la première, nous nous sommes rendu compte que les calculs sélectionnés étaient trop difficiles pour commencer. Nous avons donc choisi de travailler, durant les 3 séances suivantes, uniquement avec les nombres se terminant par 0 ou 5. Lors de la séance n°3, les élèves ont réussi à construire le mur et c'est alors que nous avons commencé à poser des questions en utilisant tous les nombres. Durant les quatre premières séances, les élèves avaient de la peine à bien écouter et le mur se cassait souvent,

car un élève n'avait pas écouté le calcul demandé. Dès la cinquième séance, ce problème était résolu, toute la classe écoutait attentivement les calculs et les élèves semblaient vraiment avoir envie de construire le mur en entier. Ils ont finalement réussi à créer le mur lors de la sixième séance (voir annexe 9.1 pour plus de détails).

Analyse pré-test

Le pré-test :

Prénom : _____ / 22pts

Les compléments à 100

- 1) $50 + \dots = 100$
- 2) $70 + \dots = 100$
- 3) $\dots + 80 = 100$
- 4) $\dots + 60 = 100$
- 5) $30 + \dots = 100$
- 6) $40 + \dots = 100$
- 7) $\dots + 10 = 100$
- 8) $20 + \dots = 100$
- 9) $5 + \dots = 100$
- 10) $\dots + 96 = 100$
- 11) $23 + \dots = 100$
- 12) $79 + \dots = 100$
- 13) $\dots + 52 = 100$
- 14) $45 + \dots = 100$
- 15) $\dots + 19 = 100$
- 16) $\dots + 35 = 100$
- 17) $69 + \dots = 100$
- 18) $30 + \dots + 10 = 100$
- 19) $18 + \dots + 60 = 100$
- 20) $\dots + 53 + 12 = 100$
- 21) $25 + 31 + \dots = 100$
- 22) $59 + \dots + 6 = 100$

Le pré-test a été passé lors de la toute première séance, le 30 août 2016. Les élèves avaient à disposition 5 minutes pour répondre à 22 calculs. Les corrections se sont faites simplement en attribuant 1 point pour chaque réponse correcte, il y avait un total de 22 points. Si la réponse était fautive ou s'il n'y avait pas de réponse, ils n'obtenaient alors pas de points.

Après corrections, nous avons obtenu les résultats suivants (voir annexe 9.4.1) :

Nb points	10	11	12	14	15	16	19	20	21	22
Nb élèves	1	2	2	1	1	1	1	3	5	2

La moyenne de classe était de 16,45/22 points. Nous avons remarqué que 58% des élèves ont obtenu entre 19 et 22 points, soit 11 élèves sur dix-neuf. Par rapport à la moyenne de classe, sept élèves se trouvaient en dessous c'est-à-dire qu'ils ont fait plus de 7 calculs erronés sur 22. Seulement deux élèves ont effectué un test sans erreur, c'est-à-dire 22/22 points, ce qui montre l'intérêt d'entraîner cette procédure de calcul.

En analysant le pré-test, nous avons remarqué que certains calculs ont causé plus de difficultés que d'autres. Tout d'abord, nous remarquons que les 8 premiers calculs du test n'ont jamais plus de 5% d'échec, c'est-à-dire qu'un seul élève s'est trompé. Nous pensons que cette erreur est souvent due à une faute d'inattention, car tous ces calculs étaient conçus à base de nombres multiples de 10. Nous ajoutons que le calcul n°18, étant composé de nombres qui se terminent uniquement par zéro, a lui aussi posé problème qu'à un seul élève.

Dans le tableau qui suit se trouve les calculs auxquels 35% des élèves, ou plus, ont éprouvé des difficultés :

Calculs	% d'échec	Sans réponse	Réponses erronées	Réponses erronées des élèves
11) $23 + \dots = 100$	35%	1	6	87(3x), 76(2x), 89
12) $79 + \dots = 100$	35%	0	7	31(4x), 19, 28, 29
14) $45 + \dots = 100$	40%	1	7	65(6x), 54
19) $18 + \dots + 60 = 100$	40%	1	7	27, 30, 32(3x), 25, 62
20) $\dots + 53 + 12 = 100$	50%	5	5	55, 30, 45, 32, 25
21) $25 + 31 + \dots = 100$	50%	6	4	56, 64, 54, 46
22) $59 + \dots + 6 = 100$	50%	5	5	45(2x), 41, 36, 55

Sans grande surprise, nous remarquons que les quatre derniers calculs (n°19 à 21), qui possédaient une addition supplémentaire par rapport aux autres, ont tous posé problème à plus de 40% de la classe. Il est même possible de constater qu'à 17 reprises, les élèves ont laissé les lacunes sans réponse.

En prenant un total de 41 mauvaises réponses, nous remarquons que vingt d'entre elles sont dues à une erreur de complément, par exemple : " $23 + 87 = 100$ ". Nous remarquons, ici, que l'élève a d'abord cherché le complément à la dizaine supérieur donc "7", puis il a cherché le complément de 20 à 100, ce qui lui donnait 80. Il a ensuite additionné ces deux nombres afin d'obtenir la réponse erronée. Cette difficulté est l'une des plus rencontrées lorsque l'on exerce les compléments à 100.

Analyse post-test

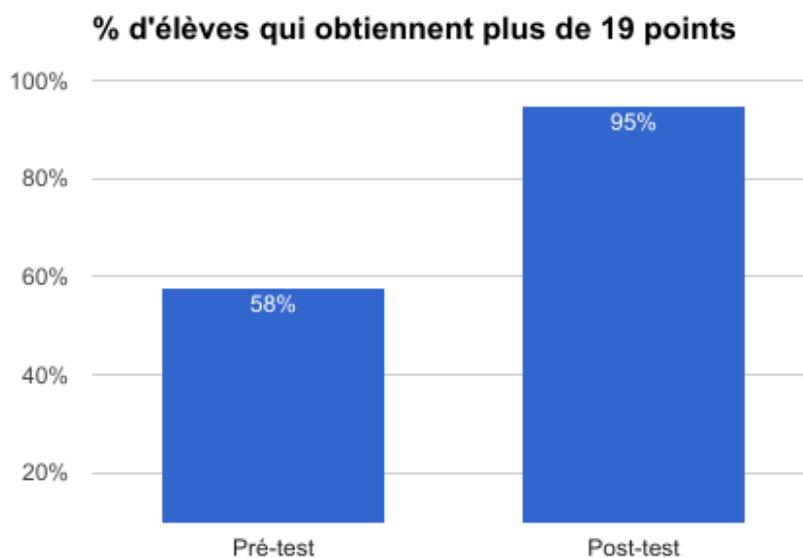
Nous avons analysé le post-test de la même façon que le pré-test. Le post-test a été passé lors de la dernière séance le 11 octobre 2016. La moyenne de classe était de 19,65/22 points.

Après corrections, nous avons obtenu les résultats suivants (voir annexe 9.4.1) :

Nb points	13 points	19 points	20 points	21 points	22 points
Nb élèves	1	1	4	5	8

Cette fois-ci, nous avons remarqué que 95% des élèves ont obtenu entre 19 et 22 points, soit dix-huit élèves sur dix-neuf. Seulement deux élèves se trouvent en dessous de la moyenne de classe dont un élève qui obtient 19 points et l'autre 13 points. L'élève qui a obtenu 13 points se trouve être l'élève mentionné précédemment dans notre partie « contexte du travail ». Nous remarquons que ce dernier ne s'est amélioré que d'un seul point par rapport au pré-test. En plus du fait qu'il ne semble pas encore maîtriser les compléments à 100, nous avons pu observer qu'il ne connaît pas ses livrets, et qu'il a de la peine à visualiser les nombres mentalement pour faire des calculs. Ceci montre une difficulté plus générale dans ce domaine. Nous ajoutons qu'il est aussi important de noter que huit élèves ont effectué un « sans-faute ».

Nous obtenons le graphique suivant lorsque nous comparons les résultats du pré-test à ceux du post-test :



Ce graphique nous montre visuellement à quel point les élèves ont progressé dans le domaine des compléments à 100 après la mise en place du rituel du mur.

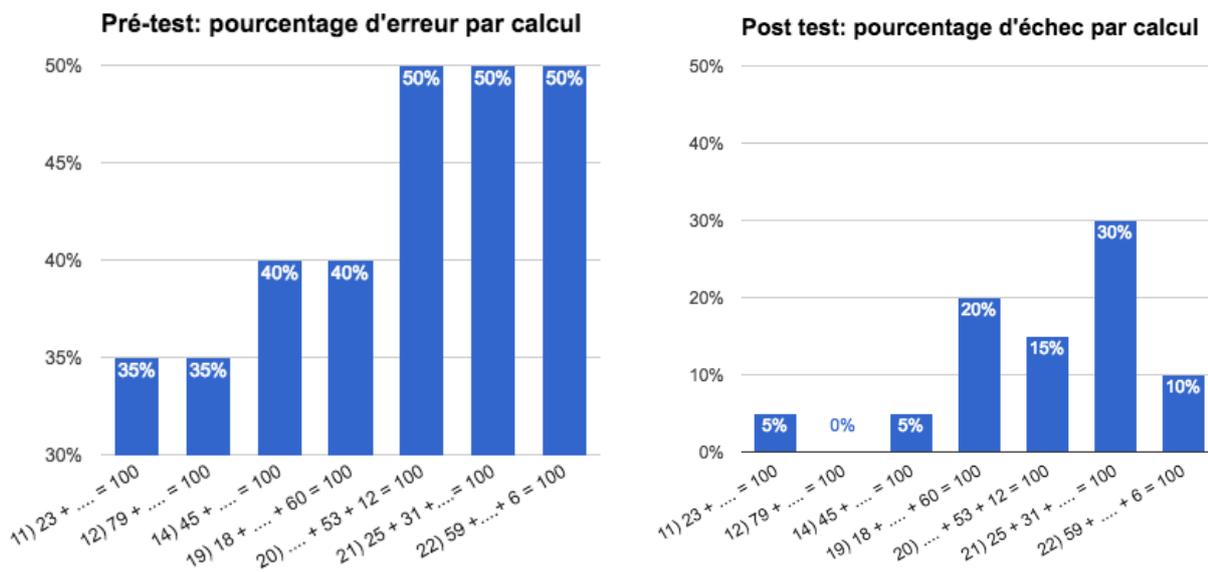
Nous avons ensuite repris et analysé les sept calculs qui avaient le plus causé des difficultés lors du pré-test. Dans le tableau qui suit se retrouvent donc ces sept mêmes calculs qui obtenaient plus de 35% d'erreurs lors du pré-test :

Calculs	% d'échec	Nombre de sans réponse	Nombre réponses erronées	Réponses erronées des élèves
11) $23 + \dots = 100$	5%	1	0	-
12) $79 + \dots = 100$	0%	0	0	-
14) $45 + \dots = 100$	5%	0	1	65
19) $18 + \dots + 60 = 100$	20%	0	4	12, 82(2x), 28
20) $\dots + 53 + 12 = 100$	15%	1	2	37, 45
21) $25 + 31 + \dots = 100$	30%	1	5	34(3x), 49, 46
22) $59 + \dots + 6 = 100$	10%	0	2	45(2x)

Nous remarquons que pour ce post-test, il y a déjà moins de “sans réponse”. Nous ajoutons qu’un seul élève, celui dont nous avons parlé précédemment, a laissé des calculs sans réponse. Également, nous notons que pour les calculs n°1 à 18, il y avait au maximum deux élèves qui se trompaient.

Sur ces sept calculs, nous avons un total de 60 réponses erronées ou “sans réponses” au pré-test. Avec ce post-test, nous passons à 17 réponses erronées et parmi celles-ci, seulement trois sont restées “sans réponse”. Dans les 14 erreurs restantes, nous en relevons cette fois-ci 4 qui se retrouvent dans la catégorie d’erreur de complément. Cela correspond à 20% d’erreurs de moins de ce type-là au post-test. Nous remarquons donc une large progression à ce niveau. Ce que nous voyons aussi, c’est que deux élèves ont certainement mal lu l’item n°19 et ont pensé qu’ils devaient écrire le complément de 18 uniquement.

Toujours par rapport à ces sept calculs ayant causé le plus de difficulté au pré-test, nous rappelons que nous avons observé entre 35% et 50% d’erreurs à ces calculs. Lors du post-test, l’amélioration est flagrante ; il n’y a plus qu’entre 5% et 30% d’échec. Nous retrouvons, ci-dessous, deux graphiques qui permettent de se rendre compte de cette évolution.



Ces graphiques nous montrent à nouveau à quel point les élèves ont progressé. Les difficultés relevées au moment du pré-test restent présentes uniquement pour quelques élèves lors du post-test, mis à part l’item n°21 qui présente encore 30% d’erreurs chez les élèves.

Constat

Les résultats de ces tests nous montrent une nette amélioration des élèves au niveau de leurs compétences en calcul réfléchi. Par ailleurs, nous avons observé que, durant les dernières séances, les élèves étaient plus motivés et concentrés.

Nous retenons que les opérations contenant trois nombres à additionner étaient une réelle difficulté pour certains élèves. Cette compétence n'ayant pas été entraînée lors des séances, il paraît évident de retrouver cette erreur chez plusieurs élèves. Lors du pré-test, nous avons noté une grande quantité d'erreurs de complément (50%) qui concernaient l'objectif principal du travail des compléments à 100. Les élèves ont donc, dans un premier temps, eu beaucoup de difficultés en lien avec le thème principal de l'activité. En voyant les résultats finaux après les post-tests, nous pouvons dire que les difficultés ont été surmontées pour la majorité des élèves. En effet, 95% des élèves se trouvent en dessus de la moyenne de classe, celle-ci étant déjà assez élevée (19,65 points sur 22).

En regardant de plus près, nous remarquons que ce rituel a été très bénéfique pour tous les élèves qui avaient de la difficulté au départ. En effet, les élèves ayant obtenu moins de 19 points au premier test ont fait d'énormes progrès et ont presque tous passé la barre des 20 points au second test. Nous soulignons que sept élèves ont fait un progrès de 5 points ou plus au post-test, dont trois qui se sont améliorés de 10 points ou plus. Nous avons observé une progression moyenne de 3 points.

Nous remarquons qu'il est cependant difficile de savoir si le rituel a aussi été bénéfique pour les élèves ayant bien réussi le test du premier coup. Par "bien réussi", nous entendons plus de 21 points sur 22.

Pour terminer, ce rituel nous a convaincues de son efficacité au niveau de son rôle d'entraînement pour une compétence précise. Ici, les compléments à 100 ont pu être entraînés de manière très satisfaisante. Par ailleurs, nous retenons que ce rituel n'est pas le plus idéal pour pouvoir observer les compétences des élèves lors des séances d'entraînement, car il est difficile d'obtenir des traces écrites.

5.2.3 Classe B

Déroulement du rituel (octobre à décembre)

Ce rituel a été mis en place dans cette classe après celui de la suite-en-tête. Au vu des résultats peu satisfaisants lors de la mise en place du rituel de la suite-en-tête (voir chapitre suivant), nous avons décidé de reprendre le même thème, c'est-à-dire celui des "livrets cachés". Cela correspond à des multiplications comprenant des livrets, mais avec des nombres plus grands (exemple : $70 \times 6 = 420$). Les élèves avaient travaillé ce genre de calculs l'année précédente, mais surtout ceux comprenant $\times 100$, $\times 1'000$, $\div 100$, etc. Cette compétence pouvait alors être travaillée plus précisément, sans ajouter une compétence supplémentaire de mémorisation, présente dans le rituel de la suite-en-tête.

En ce qui concerne la mise en place et les consignes du rituel en lui-même, les élèves connaissaient déjà le fonctionnement de cette activité, car ils l'avaient utilisé pour réviser leur vocabulaire d'allemand. Des précisions ont dû être apportées, car les règles n'étaient pas exactement les mêmes. Nous avons dû insister sur l'importance de ne pas se moquer ou s'énerver contre ses camarades lors d'une erreur dans le mur, mais également sur l'importance de se concentrer à tout moment et d'être prêt à répondre à toutes les questions en tout temps. Les élèves ont rapidement intégré les règles et apprécié ces moments ludiques.

Ce rituel s'est déroulé de manière agréable pendant toutes les séances. Nous avons dû, à plusieurs reprises, répéter qu'ils devaient être prêts à répondre pour chaque calcul, car ils ne le faisaient que très rarement ; ils attendaient d'être interrogés pour réfléchir à la réponse. Nous avons pu, au fur et à mesure, donner des calculs de plus en plus difficiles, car les élèves ont pris l'habitude de travailler le calcul réfléchi sous cette forme. Le mur s'est rarement construit en entier. Il est évident que nous aurions pu choisir de les laisser le construire jusqu'au bout, mais nous avons souvent décidé d'interroger les élèves dans le mur qui n'étaient pas concentrés ou qui parlaient avec leur camarade. Nous avons procédé ainsi afin qu'ils se rendent compte de l'importance de réfléchir à chaque calcul et de rester attentifs pour ne pas faire perdre toute la classe. Généralement, le mur se cassait, car un élève n'avait pas écouté le calcul qui lui était demandé.

Les calculs étaient préparés à l'avance pour prévoir le niveau de difficulté. Nous gardions un tableau avec les noms des élèves sous les yeux, pour noter les passages des élèves afin que chacun soit interrogé à peu près le même nombre de fois. La plupart du temps, nous faisons

un moment collectif de mise en commun sur les stratégies ou sur le calcul en général, qui durerait deux ou trois minutes selon les réponses ou difficultés des élèves lors de la séance en question.

Analyse pré-test

Le pré-test :

Prénom :	
Calcul réfléchi	
<input type="radio"/> $420'000 : 7 = \dots\dots\dots$	<input type="radio"/> $9'000 \times \dots\dots\dots = 180'000$
<input type="radio"/> $500 \times 9 = \dots\dots\dots$	<input type="radio"/> $480 : \dots\dots\dots = 60$
<input type="radio"/> $240 : 3 = \dots\dots\dots$	<input type="radio"/> $40'000 : 1 = \dots\dots\dots$
<input type="radio"/> $400'000 \times 100 = \dots\dots\dots$	<input type="radio"/> $5'000 \times \dots\dots\dots = 50'000$
<input type="radio"/> $12 \times \dots\dots\dots = 1'440$	<input type="radio"/> $7'000 \times 500 = \dots\dots\dots$
<input type="radio"/> $1200 : \dots\dots\dots = 6$	<input type="radio"/> $5'000'000 \times 40 = \dots\dots\dots$
<input type="radio"/> $8 \times 7'000 = \dots\dots\dots$	<input type="radio"/> $1210 : 11 = \dots\dots\dots$
<input type="radio"/> $2'000 \times 1'000 = \dots\dots\dots$	<input type="radio"/> $810'000 : 9 = \dots\dots\dots$
<input type="radio"/> $1'000 : 10 = \dots\dots\dots$	<input type="radio"/> $60 \times \dots\dots\dots = 2400$
<input type="radio"/> $30 \times 9'000 = \dots\dots\dots$	
<input type="radio"/> $30 \times 70 = \dots\dots\dots$	

Le pré-test a été effectué juste avant la première séance de mise en place du rituel, le 7 novembre 2016. Les élèves avaient sept minutes pour répondre aux 20 calculs. Les corrections se sont faites simplement en attribuant 1 point pour chaque réponse correcte, il y avait donc un total de 20 points. Si la réponse était éronnée ou s'il n'y avait pas de réponse, ils n'obtenaient alors pas de point. Lors de la deuxième séance, nous sommes revenues, en collectif, sur les calculs qui avaient provoqué le plus d'erreurs lors du pré-test avant de commencer le rituel.

Après corrections de ce pré-test, nous avons obtenu les résultats suivants (voir annexe 9.4.2) :

Nb points	1 point	11pts	12 pts	16 pts	17 pts	18 pts	19 pts	20 pts
Nb élèves	1	2	1	3	5	1	3	3

Les résultats de ces tests nous donnent une moyenne de classe de 15,95/20 points. Nous pouvons remarquer que les résultats de ce premier test sont plutôt satisfaisants. En effet, environ 79% des élèves ont obtenu entre 16 et 20 points. Ceci peut s'expliquer par le fait que les élèves étaient déjà quelque peu habitués à travailler avec ce genre d'opérations, grâce au rituel précédent qui concernait le même sujet. Après avoir vu les résultats des élèves au pré-test, nous nous sommes demandé si les élèves allaient réussir à progresser étant donné leur très bons résultats lors du pré-test. En effet, le fait de faire 18 ou 19 points au test est assez aléatoire, en ce sens que l'erreur peut être une erreur d'inattention et non une erreur d'incompréhension ou de manque de maîtrise.

Après avoir répertorié et comparé le nombre de points obtenus par élève nous nous concentrons sur les erreurs les plus courantes de ceux-ci. Nous avons mis en évidence les calculs qui représentaient plus de 20% d'échec dans les tests :

Calculs	% d'échec	Nombre de sans réponse	Nombre de réponses erronées	Réponses erronées des élèves
$420'000 \div 7 = \dots$	32%	4	2	70'000, 7'000
$12 \times \dots = 1'440$	21%	2	2	121, 11
$1'200 \div \dots = 6$	32%	2	4	70, 600(2x), 300
$9'000 \times \dots = 180'000$	37%	1	6	2'000, 90(5x)
$480 \div \dots = 60$	42%	4	4	6, 80(3x)
$40'000 \div 1 = \dots$	21%	3	1	4
$5'000'000 \times 40 = \dots$	32%	1	5	<i>Erreurs numération</i>
$1'210 \div 11 = \dots$	37%	5	2	10, 12
$810'000 \div 9 = \dots$	32%	3	3	9, 90'000, 80'000
$60 \times \dots = 2'400$	21%	3	1	4'000

La moitié des calculs du test ont donc posé problème à plus de 20% des élèves. Dans cette liste de dix calculs, nous notons que la moitié sont des calculs avec une lacune ; les élèves doivent trouver le nombre qui complète le calcul et non la réponse finale (produit ou quotient). Sur ces dix calculs qui ont posé problème, six d'entre eux sont des divisions. Tous les livrets sont présents dans ces calculs, sauf les livrets 3 et 10. Ceux qui sont le plus représentés sont les livrets 6 et 4 puis les livrets 9 et 12. Nous retrouvons deux erreurs principales dans la majorité des tests, la première étant une difficulté liée au répertoire mémorisé et la seconde une erreur de numération.

Pour terminer l'analyse de ce pré-test, nous avons pris note des trois calculs qui représentaient le plus d'erreurs, soit ceux à plus de 37% d'échec :

- $9'000 \times \dots\dots\dots = 180'000$

Ici, cinq élèves ont répondu 90. Nous imaginons qu'ils ont additionné les deux 9 afin d'arriver à 18 au lieu d'effectuer une multiplication. Les difficultés peuvent aussi être liées à la forme du calcul qui est une recherche de facteur, et non de produit.

- $480 \div \dots\dots\dots = 60$

Pour ce calcul, quatre élèves n'ont pas donné de réponse tandis qu'un élève a répondu 6. Nous retrouvons ici une erreur de répertoire mémorisé ou une difficulté lors de la recherche du diviseur (forme du calcul). Trois autres élèves ont répondu 80, ce qui ressemble à une erreur de numération.

- $1'210 \div 11 = \dots\dots\dots$

Ce calcul a laissé cinq élèves sans réponse, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que 11×11 est un résultat à apprendre par coeur, que la division peut être un obstacle pour identifier le livret ainsi que le fait qu'il y ait changement d'unité dû à la division.

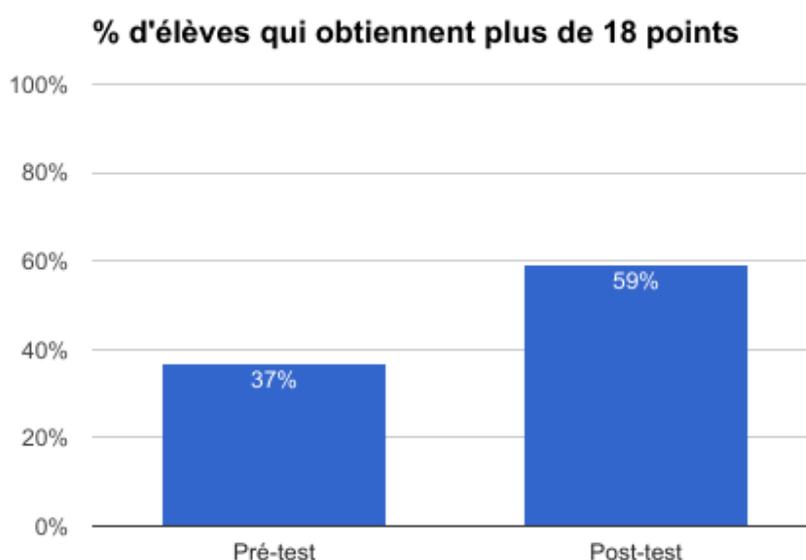
Analyse post-test

Après sept séances du rituel du mur, le post-test (voir annexe 8.5.2) a été effectué par les élèves dans les mêmes conditions que le pré-test, le 19 décembre 2016. Le test a été fait le dernier jour de cours avant les vacances de Noël. Deux élèves étaient malades et leurs résultats ne sont donc pas pris en compte dans les analyses suivantes, ce qui fait quelque peu varier les pourcentages et les comparaisons des erreurs. Nous avons donc cette fois-ci un total de 17 élèves au lieu de 19.

Après corrections de ce post-test, nous obtenons les résultats suivants (voir annexe 9.4.2) :

Nb points	9 pts	10pts	13 pts	14 pts	16 pts	17 pts	18 pts	19 pts	20 pts
Nb élèves	1	1	1	1	1	2	4	5	1

Les résultats de ces tests nous donnent une moyenne de classe de 16,64/20 points. Nous voyons alors une amélioration de la moyenne de classe d'un peu moins d'un point (0,69). L'amélioration n'est pas flagrante lors de ce post-test lorsqu'on regarde la moyenne de classe. Étant donné que les résultats du pré-test étaient assez bons, il est difficile de voir une progression énorme après le pré-test. Cette fois-ci, 59% des élèves ont obtenu entre 18 et 20 points, ce qui est tout de même supérieur au pourcentage du pré-test (37%).



Nous tenons à nous pencher particulièrement sur le cas d'une élève qui a fait 1 seul point au pré-test puis 9 points au post-test. En premier lieu, nous soulignons son progrès remarquable de 8 points. Cette élève a beaucoup de difficultés en mathématiques, dues à un certain handicap au niveau de la vue, de la motricité et également au niveau cérébral. Concrètement, cette élève ne peut pas retenir une consigne complexe, ou même une information si elle n'est pas claire et précise. Elle a des difficultés d'intégration sociale, ce qui se traduit par un renfermement et qui se ressent comme une timidité extrême. En général, nous l'interrogeons très peu, car le fait de l'interroger était quelque chose de délicat vu que sa réponse, si elle était erronée, pouvait faire perdre la classe et de plus, tout le monde était attentif à sa réponse. Au

départ, lorsque nous la questionnions, elle ne donnait pas de réponse. Petit à petit, elle a été d'accord de participer de temps en temps à l'activité. Son grand progrès entre les deux tests montre que, même en ne participant que peu à ce rituel, l'élève a réussi à pratiquer "en silence" et s'est autocorrigée en entendant les réponses des autres. Elle a aussi, certainement, écouté les moments de mise en commun qui lui ont permis de trouver ses propres stratégies. Nous tenons donc à prendre en compte ses résultats, même si ces derniers changent passablement la moyenne de classe (particulièrement au pré-test), de 15,95 à 16,78.

Pour continuer notre analyse, nous reprenons ci-dessous les mêmes calculs ayant posé problème au pré-test à plus de 20% des élèves :

Calculs	% d'échec	Nombre de sans réponse	Nombre de réponses erronées	Réponses erronées des élèves
$420'000 \div 7 = \dots$	29%	1	4	6'000, 70'000, 600, 100
$12 \times \dots = 1'440$	12%	1	1	400
$1'200 \div \dots = 6$	18%	1	2	120, 600
$9'000 \times \dots = 180'000$	24%	3	1	90
$480 \div \dots = 60$	47%	2	6	7(2x), 70(2x), 80, 4
$40'000 \div 1 = \dots$	12%	0	2	1(2x)
$5'000'000 \times 40 = \dots$	0%	0	0	-
$1'210 \div 11 = \dots$	18%	1	3	120(2x), 12
$810'000 \div 9 = \dots$	29%	1	4	900, 9'000, 810, 20'000
$60 \times \dots = 2'400$	18%	0	3	400(2x), 70

Nous remarquons qu'il ne reste plus que quatre de ces calculs en dessus de 20% d'échec, autrement dit, trois élèves ou moins n'ont pas obtenu la bonne réponse.

Il reste néanmoins un calcul qui n'avait pas plus de 20% d'échec au pré-test et qui les dépasse lors du post-test : " $1'000 \div 10 = \dots$ ". Cette fois-ci, il obtient 24% d'échec, ce qui représente quatre élèves. Dans ce cas, un élève n'a pas donné de réponse et trois ont répondu 10'000. On peut imaginer qu'il s'agit ici d'une erreur de confusion d'opération.

Nous pouvons donc noter une progression de la part des élèves en ce qui concerne le calcul des livrets cachés. Les trois erreurs qui ressortent le plus dans ce post-test sont les suivantes :

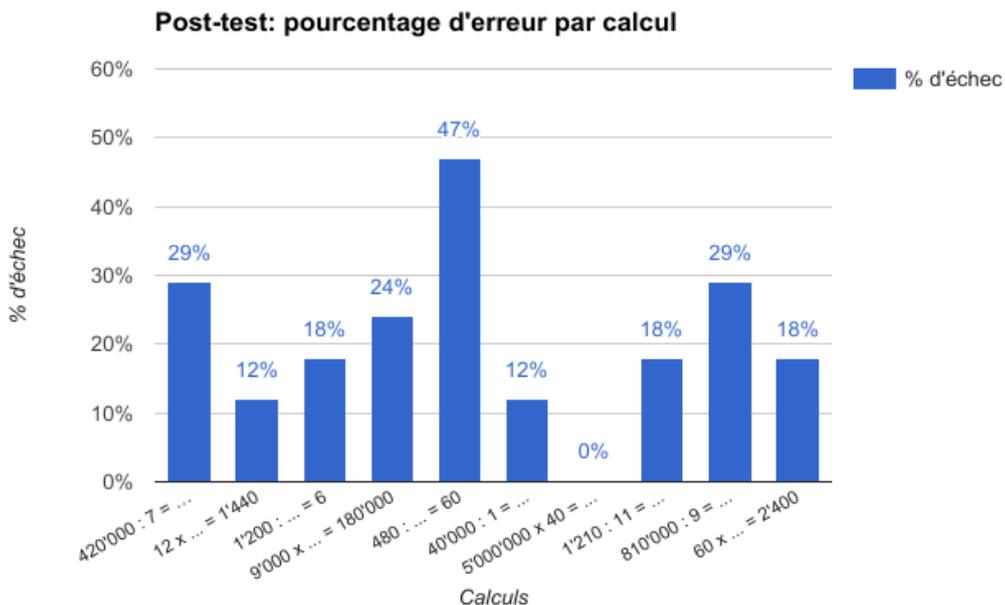
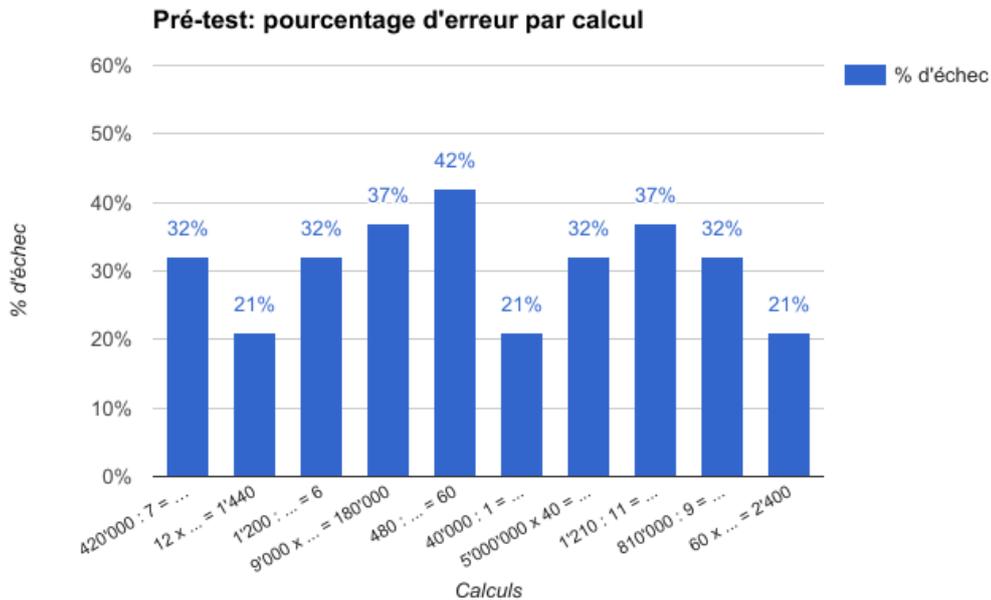
- $420'000 \div 7 = \dots$
- $480 \div \dots = 60$
- $810'000 \div 9 = \dots$

Nous remarquons que ces calculs comprennent les livrets 6, 7, 8 et 9. Nous notons également que ces trois calculs sont des divisions, dont un qui demande une recherche de diviseur et non de quotient. Les erreurs des élèves pour ces trois opérations varient, mais les mêmes difficultés que dans le pré-test ressortent. C'est-à-dire des erreurs de répertoire mémorisé, comme nous le retrouvons dans le calcul " $480 \div 7 = 60$ " ou dans " $810'000 \div 9 = 20'000$ ". Dans ce dernier cas, nous pouvons trouver une autre explication à l'erreur de cet élève : il confond peut-être 18 et 81 ($9 \times 2 = 18$ / $9 \times 9 = 81$), ce que nous définissons comme une erreur liée aux opérations intellectuelles impliquées.

Nous retrouvons également dans ce post-test des erreurs de numération comme pour la réponse donnée : " $420'000 \div 7 = 6'000$ " ou alors dans " $480 \div 70 = 60$ ". Nous soulignons que le calcul qui avait provoqué le plus d'erreurs dans le pré-test (42% d'échec) est le même que dans le post-test (47% d'échec). Pour ce calcul " $480 \div \dots = 60$ ", quatre réponses erronées sur six sont des erreurs de répertoire mémorisé. Plus précisément, nous remarquons que quatre élèves pensent que $6 \times 7 = 48$. Un élève fait une erreur de numération et la dernière erreur est celle commise par l'élève en difficulté dont le cas particulier est expliqué précédemment.

Nous pouvons imaginer que la compétence principale travaillée avec les livrets cachés n'est pas atteinte par une partie des élèves qui continuent soit à avoir des lacunes dans leur table de multiplication (répertoire mémorisé), soit d'effectuer des erreurs de numération.

Les graphiques qui suivent nous permettent de voir la progression des élèves par rapport à leurs difficultés lors du pré-test :



En observant ces graphiques, nous notons une baisse générale des pourcentages d'erreur pour chaque calcul. Le seul qui ne voit pas son pourcentage baisser, mais le voit augmenter, est l'item dont nous avons parlé précédemment ($480 \div \dots = 60$). Cette différence est uniquement due au nombre total d'élèves, car si nous regardons les résultats pour ce calcul, nous voyons que les deux fois, huit élèves échouent. Nous allons tout de même nous pencher sur cet item et, plus précisément, sur les élèves ayant échoué à la résolution de ce calcul.

Dans les élèves concernés par les erreurs en réponse à ce calcul, trois ont donné une réponse erronée dans les deux tests :

“ $480 \div \dots = 60$ ”

Élèves	Pré-test	Post-test
Élève 1	80	80
Élève 2	80	7
Élève 3	80	70

Nous remarquons que les trois élèves ont donné 80 comme réponse lors du pré-test ce qui montre une erreur de numération. Les trois cas montrent, par ailleurs, une évolution différente des compétences : l'élève 1 n'a pas changé de réponse, sa difficulté est donc toujours au niveau de la numération. L'élève 2 a commis une erreur de répertoire mémorisé ; “ $6 \times 7 = 48$ ” tandis que l'élève 3 a toujours une difficulté au niveau de la numération, mais a ici également commis une erreur de plus, qui est celle concernant son répertoire mémorisé. Ces trois cas nous présentent des causes différentes au niveau des erreurs et de la progression. L'évolution des compétences des élèves est ici très aléatoire et montre que les compétences ne sont pas stables et donc pas acquises.

Nous pouvons également observer sur ces graphiques le passage de 32% à 0% d'échec pour un des items. Ce calcul “ $5'000'000 \times 40 = \dots$ ” avait provoqué beaucoup d'erreurs qui s'expliquaient par le fait qu'il demande de travailler avec plusieurs zéros et que le livret caché “ 5×4 ” contient déjà un zéro dans sa réponse. Cette fois-ci, aucun élève n'a fait d'erreur pour ce calcul. Nous pouvons donc en déduire que les élèves ont acquis la compétence de numération, lors d'une multiplication de forme basique, concernant une opération qu'ils connaissent tous : “ $5 \times 4 = 20$ ”. Par “forme basique”, nous entendons une multiplication qui demande de trouver le produit et non le facteur.

Constat

Pour résumer, les résultats du pré-test étaient très bons, nous avons obtenu une moyenne de classe de 15,95 sur 20 points. Lors de ce pré-test, nous avons repéré deux types d'erreurs. La première était au niveau du répertoire mémorisé des élèves, la seconde concernait la numération. Nous avons relevé deux difficultés au niveau de la forme des calculs : ceux comprenant une recherche de facteur ou de diviseur et ceux étant une division. Il serait alors peut-être pertinent de mettre en place un autre dispositif afin de cibler précisément les

difficultés des élèves concernant les divisions, ceci afin de pouvoir les travailler dans un second temps.

Lorsque nous nous sommes concentrés sur le post-test, nous avons remarqué que les mêmes erreurs persistaient. Cependant, ce qui ressortait le plus était les erreurs dues aux livrets cachés, plus précisément, les erreurs de numération ou les erreurs de répertoire mémorisé. De ce fait, nous pouvons difficilement dire que nous avons atteint notre objectif de base avec ce rituel. L'expérimentation de ce rituel nous a donc permis de confirmer les difficultés anticipées concernant les livrets cachés.

Nous retenons toutefois deux points positifs avec le post-test. Le premier étant l'amélioration de la moyenne de points de la classe entre les deux tests effectués. Une amélioration certes peu flagrante, mais une amélioration tout de même. L'autre point positif étant par rapport à l'analyse individuelle de chaque calcul. En effet, lors du post-test, nous remarquons qu'il n'y avait plus que quatre calculs sur les dix de base qui causaient des difficultés à plus de trois élèves dans la classe.

Cette expérimentation nous a également permis de repérer les difficultés et les points d'attention à avoir lors de la mise en place de ce rituel du mur. Nous retenons que nous avons dû insister à plusieurs reprises sur les réactions des élèves lorsqu'un camarade donnait une réponse erronée. Durant les dernières séances, les élèves étaient plus tolérants qu'au départ face aux erreurs. Nous pensons également que le fait d'avoir tenu une liste des élèves et du nombre de fois qu'ils ont été interrogés par leçon, a permis à chacun de voir qu'il pouvait commettre des erreurs aussi, et que de ce fait, ils sont forcés d'accepter les erreurs des autres.

5.3 Rituel : la suite-en-tête

5.3.1 Explication du rituel

Ce rituel consiste à donner une suite de calculs aux élèves qu'ils doivent résoudre mentalement, sans rien écrire. Les élèves sont assis à leur place et écrivent uniquement leur réponse sur un petit bout de papier, puis le lèvent en direction de l'enseignante lorsque cette dernière le demande.

Exemple :

La suite de calculs qui va être proposée aux élèves est la suivante :

$$10 \times 6 \quad - 15 \quad : 5 \quad + 1 \quad = ?$$

Les élèves ont chacun un papier devant eux. L'enseignante dit : "10 × 6". Les élèves effectuent le calcul mentalement. Puis l'enseignante continue : "-15" (...), "+ 1 égal...". Les élèves écrivent leur réponse finale en grand sur leur feuille, puis lèvent leur papier pour les montrer à l'enseignante.

Ce rituel permet de travailler la résolution de calculs réfléchis. Il demande beaucoup de concentration aux élèves et également une bonne visualisation mentale des nombres. À la fin de chaque suite, une mise en commun a lieu, ce qui permet aux élèves de comprendre leurs erreurs ainsi que d'expliquer leurs stratégies. Un autre moment semblable se tient également à la fin ou au début de chaque séance. Ces discussions ont pour but d'améliorer leurs procédures de calcul réfléchi.

4.3.2 Classe B

Déroulement du rituel (septembre à octobre)

Le thème choisi était les livrets "cachés", comme décrit précédemment. Les élèves avaient déjà expérimenté ce genre d'activité en mathématiques, en pouvant noter les réponses intermédiaires.

Une modification a été apportée dès la première séance. Nous nous sommes rendu compte que la tâche était trop complexe pour les élèves ; les opérations choisies étaient trop compliquées et les élèves se perdaient dans leur raisonnement. Nous avons donc décidé de simplifier les opérations afin qu'ils s'habituent à effectuer une suite de calculs en tête. Au début, beaucoup d'élèves n'avaient pas de réponse à donner à la fin de la suite, car ils n'avaient pas réussi à suivre. Nous avons alors travaillé des stratégies en décortiquant les calculs en collectif.

Une autre modification a été apportée après la deuxième séance. La tâche étant encore trop complexe au niveau de la mémorisation, nous avons décidé de les laisser écrire les réponses intermédiaires aux calculs afin qu'ils puissent se concentrer sur l'aspect plutôt mathématique. Les élèves avaient le choix d'écrire la réponse intermédiaire ou non. Certains ont préféré ne

pas les écrire et réussissaient généralement l'exercice. Ceux qui se perdaient habituellement ont pu faire les suites de calculs jusqu'au bout.

Même si nous observions une amélioration chez certains élèves, la tâche restait compliquée pour la plupart et nous avons remarqué un certain nombre de lacunes au niveau des livrets chez plusieurs élèves. Nous avons néanmoins essayé, à chaque séance, d'insister sur les moments de mise en commun des stratégies du calcul au tableau noir en les sollicitant.

Analyse pré-test

Le pré-test :

Prénom :
Calcul réfléchi
<input type="radio"/> $8 \times \dots = 64'000$
<input type="radio"/> $500 : 10 = \dots$
<input type="radio"/> $1'800 : \dots = 900$
<input type="radio"/> $360 : 40 = \dots$
<input type="radio"/> $12 \times \dots = 1'440$
<input type="radio"/> $11 \times 700 = \dots$
<input type="radio"/> $8 \times 7'000 = \dots$
<input type="radio"/> $2'000 \times 1'000 = \dots$
<input type="radio"/> $420 : \dots = 7$
<input type="radio"/> $30 \times 9'000 = \dots$
<input type="radio"/> $5'600 : 70 = \dots$
<input type="radio"/> $8'400 : \dots = 1'200$
<input type="radio"/> $1100 : \dots = 10$
<input type="radio"/> $18'000 : 30 = \dots$
<input type="radio"/> $400 \times \dots = 12'000$
<input type="radio"/> $400 : 5 = \dots$
<input type="radio"/> $5'000'000 \times 40 = \dots$
<input type="radio"/> $1210 : 11 = \dots$
<input type="radio"/> $280 : 40 = \dots$
<input type="radio"/> $40 : \dots = 8$

Ce pré-test a été passé lors de la première séance, le 1er septembre 2016. Ce test a permis de voir le niveau des élèves concernant les compétences nécessaires pour mener à bien le rituel de la suite-en-tête. Les élèves devaient répondre à vingt calculs de livrets cachés.

Après corrections, nous avons obtenu les résultats suivants (voir annexe 9.5.1) :

Nb points	0	3	4	6	7	10	11	12	13	18	19	20
Nb élèves	1	1	1	1	1	1	3	1	3	2	2	2

La moyenne de classe, après ce test, était de 12 points sur 20. Nous pouvons noter que 68% des élèves ont obtenu entre 0 et 13 points soit treize élèves sur dix-neuf. À l'inverse, six élèves ont obtenu entre 14 et 20 points ce qui correspond à 32%.

Dans le tableau suivant se trouvent les calculs ayant plus de 47% d'échec :

Calculs	% d'échec	Nombre de sans réponse	Nombre de réponses erronées	Réponses erronées des élèves
$360 \div 40 = \dots$	53%	4	6	90(3x), 80, 6, 8
$8'400 \div \dots = 1'200$	47%	6	3	70 (2x), 700
$1'100 \div \dots = 10$	63%	5	7	10(4x), 100(2x), 11
$18'000 \div 30 = \dots$	53%	5	5	60(2x), 1'600, 60'000
$400 \div 5 = \dots$	47%	5	4	8, 50, 2'000, 20
$1'210 \div 11 = \dots$	53%	8	2	11,120
$280 \div 40 = \dots$	63%	6	6	70(4x), 700, 2'700

En observant le pré-test nous voyons une difficulté des élèves concernant les divisions. En effet, aucun de ces calculs n'est une multiplication. Les erreurs varient entre des erreurs de numération ou des erreurs de répertoire mémorisé.

Les trois calculs qui ont impliqué le plus de réponses erronées les suivants :

- $360 \div 40 = \dots$

Pour celui-là, la moitié des élèves ayant répondu faux ont répondu “90”, ce qui vient d’une erreur de numération. Les trois autres réponses fausses à ce calcul montrent une erreur de répertoire mémorisé (4 et 9).

- $1'100 \div \dots = 10$

Concernant cet item, sur les sept élèves ayant donné une réponse éronnée à ce calcul, quatre ont donné la réponse “10” et deux la réponse “100”. Nous imaginons ici une difficulté des élèves à repérer la présence du livret 11 dans le calcul, ce que nous appelons une erreur liée à l’opération intellectuelle impliquée. Une autre difficulté pourrait être le fait que le calcul comprend une recherche du diviseur, et non du quotient. Cette action est complexe, en plus du fait que c’est une division. Il est aussi possible qu’un élève ait mal lu le calcul et ait effectué simplement “1'000 \div = 10”.

- $280 \div 40 = \dots$

Dans les six erreurs commises par les élèves, quatre donnent la réponse “70” et un la réponse “700” ; des erreurs de numération. Contrairement à l’item précédent, nous remarquons que la difficulté des élèves ici, était plutôt de respecter les unités de cette division, et non pas de trouver de quelle table de multiplication il s’agissait. Nous relevons qu’il y a tout de même six élèves qui n’ont pas donné de réponse à cette question.

Analyse post-test

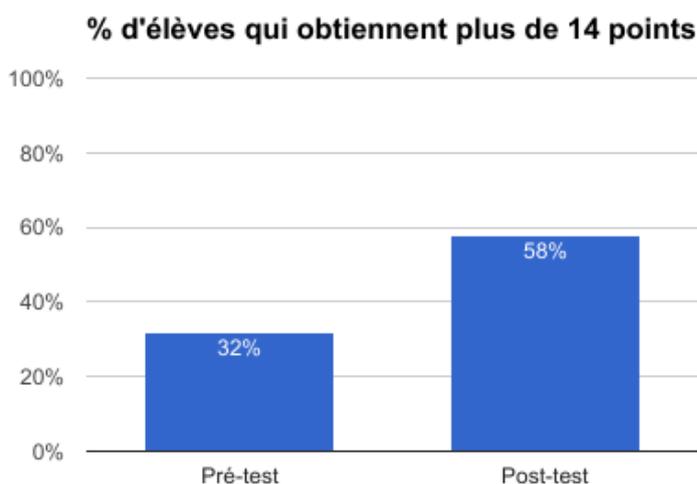
Après les séances de rituel, nous avons effectué le post-test, le 10 octobre 2016, qui montre un résultat peu satisfaisant. En effet, la moyenne de classe était de 13,26 sur 20 points ce qui montre une progression d’uniquement 1,26 point par rapport au pré-test. Ci-dessous, la répartition du nombre de points obtenus par les élèves lors du post-test (voir annexe 9.5.1) :

Nb points	2	4	6	8	9	11	13	14	16	17	18	19	20
Nb élèves	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	3	2

Si nous observons la répartition des élèves par rapport aux points de la même manière que pour le pré-test, nous observons que 42% des élèves ont obtenu entre 0 et 13 points. À l’inverse, nous obtenons donc 58% des élèves entre 14 et 20 points. En regardant le tableau, nous voyons une meilleure répartition des élèves par rapport au nombre de points. En effet, lors du pré-test, nous observions uniquement des élèves en dessous de 13 points et en dessus

de 18 points. Les élèves se sont tout de même améliorés, mais de quelques points seulement. Les élèves qui avaient obtenu beaucoup de points au pré-test ne se sont pas améliorés. Douze élèves sur dix-neuf ont amélioré leur performance. Cinq élèves ont obtenu le même nombre de points et deux élèves ont régressé, dont une qui avait obtenu 20 points et qui en a obtenu 19 au post-test.

Avec le graphique suivant, nous observons le pourcentage d'élèves ayant obtenu un résultat supérieur à 14 points sur 20 lors du pré-test en comparaison avec le post-test. Nous remarquons donc que nous passons de 32% d'élèves (six élèves) à 58% d'élèves (onze élèves) au-dessus de 14 points.



Ci-dessous, le tableau comprenant les erreurs des élèves. Il reprend les erreurs les plus fréquentes lors du pré-test pour en comparer les résultats :

Calculs	% d'échec	Nombre de sans réponse	Nombre de réponses erronées	Réponses erronées des élèves
$360 \div 40 = \dots$	37%	4	3	6, 8
$8'400 \div \dots = 1'200$	42%	5	3	6, 8, 84
$1'100 \div \dots = 10$	32%	4	2	100, 120
$18'000 \div 30 = \dots$	32%	4	2	9, 50'000
$400 \div 5 = \dots$	58%	6	5	800, 200, 20(2x), 50
$1'210 \div 11 = \dots$	53%	6	4	121(2x), 120, 200
$280 \div 40 = \dots$	37%	6	1	40

En observant le tableau ci-dessus, nous voyons un grand nombre de calculs étant restés sans réponse. En effet, dans les trois derniers calculs du tableau, nous voyons à chaque fois six élèves sur dix-neuf n'ayant même pas répondu au calcul. Lorsque nous rencontrons des cas pareils, il est difficile pour nous d'analyser les difficultés que les élèves ont rencontrées. Nous ne pouvons pas clairement savoir si le manque de réponse est dû à un manque de temps, à la notion de division, à la table de multiplication concernée, ou autres,...

Ci-dessous, les deux calculs ayant obtenu le plus de réponses fausses lors de ce post-test :

- $400 \div 5 = \dots$

Ici, quatre élèves sur cinq ont effectué une erreur de répertoire mémorisé (200, 20 ou 50 au lieu de 80). Dans ces quatre élèves, un a également effectué une erreur de numération (200). Le cinquième élève a trouvé le bon livret (8), mais a ajouté un zéro de trop et effectue donc aussi une erreur de numération. Il n'a certainement pas pris en compte le zéro compris dans la réponse du livret " $5 \times 8 = 40$ ", ce qui présente une des difficultés principales de ce genre de calcul.

- $1'210 \div 11 = \dots$

Pour ce calcul, deux élèves ont répondu 121. Nous pourrions imaginer qu'ils ont effectué l'opération " $1'210 \div 10$ " au lieu de " $1'210 \div 11$ ". Quant aux deux autres réponses données par deux élèves (120 et 200), nous les répertorions dans la catégorie d'erreurs liées aux opérations intellectuelles impliquées.

Deux autres calculs qui n'avaient pas, ou peu, posé de problème au pré-test, sont apparus comme source d'erreurs lors du post-test (47% et 53% d'échec). Ces derniers sont :

- $30 \times 9'000 = \dots$

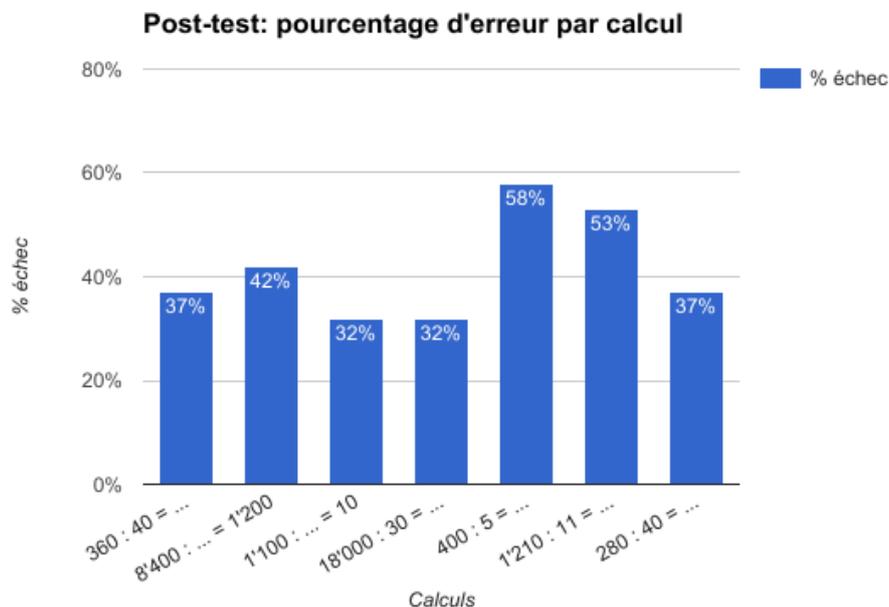
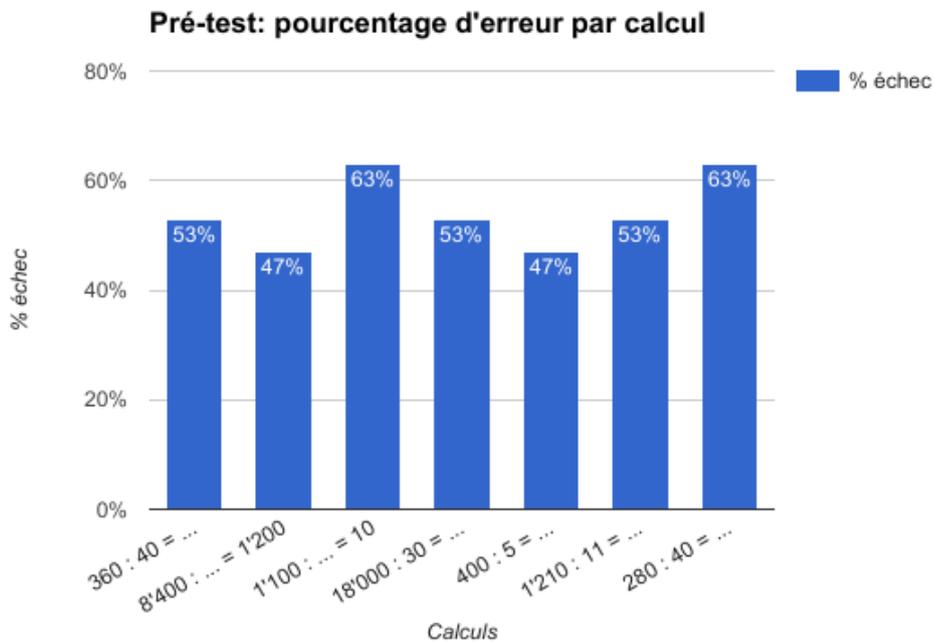
Trois élèves n'ont pas donné réponse et six ont commis une erreur. Parmi les erreurs, les résultats suivants sont apparus : 270, 2'700, 27'000 (3x) et 300. Nous retenons ici que les élèves ont en majorité effectué une erreur de numération. Nous voyons clairement que le calcul " $9 \times 3 = 27$ " est acquis. La réponse 300 montre une erreur de confusion d'opération.

- $5'000'000 \times 40 = \dots$

Ici deux élèves n'ont pas donné de réponse et huit se sont trompés, par exemple : 20'000'000 (7x) ou 800'000'000. Les erreurs commises ne sont pas surprenantes. En effet, dans ce genre de calcul, nous pouvons rapidement nous perdre dans le décompte des zéros, ce qui, nous pensons, a été la difficulté principale des élèves pour résoudre ce calcul.

Nous pouvons observer que ces erreurs sont particulièrement des erreurs de numération et non de répertoire mémorisé. En plus, les calculs énoncés ci-dessus concernent de grands nombres, ce qui ajoute évidemment une difficulté au calcul. Nous notons également que, contrairement aux calculs ayant posé problème au pré-test, ces deux calculs sont des multiplications et non des divisions. Nous pensons qu'il aurait été nécessaire de reprendre de manière plus approfondie cette notion. En effet, le rituel n'était pas le meilleur dispositif pour travailler ces lacunes que nous avons observées.

Ci-dessous, deux graphiques présentant la comparaison en pourcentage des calculs ayant posé problème aux élèves dans les tests :



Constat

Pour conclure, nous remarquons que la moyenne des tests est passée de 12 points sur 20 à 13,26 points sur 20 ce qui nous montre une faible progression de 1,26 point entre les deux tests. Pour le pré-test, il n'y avait que six élèves qui obtenaient plus de 14 points tandis qu'il y avait presque le double, c'est-à-dire onze élèves, qui obtenaient plus de 14 points au post-test. Les élèves qui avaient obtenu beaucoup de points au pré-test ne se sont pas améliorés. Dans la globalité, douze élèves sur dix-neuf ont amélioré leur performance.

Nous avons analysé les sept calculs du pré-test qui présentaient le plus de difficultés aux élèves et parmi ceux-ci, il n'y avait que des divisions. Nous retenons donc que les divisions sont plus difficiles à effectuer que les multiplications pour les élèves. Les erreurs à ces calculs concernaient principalement la numération ou les répertoires mémorisés. Nous pensons qu'il aurait pu être intéressant de revoir la notion de division en utilisant un autre dispositif, car notre rituel ne permet pas de travailler cela. Lors du post-test, nous retrouvons toujours ces deux mêmes types d'erreurs. Cependant, nous observons deux nouveaux calculs qui sont source d'erreurs. Cette fois-ci, ces calculs demandaient de mettre en place une multiplication et non une division.

En comparant les deux tests, nous retrouvons environ le même nombre de calculs sans réponse sur chacun. Il nous est alors difficile de savoir si cela est dû à un manque de temps, à une difficulté liée au calcul demandé ou à autre chose.

En voyant tous les résultats du post-test, nous nous sommes questionnées sur l'utilité du rituel, de sa mise en place ainsi que le thème choisi. Ayant remarqué, lors des différentes séances, une amélioration des élèves, les résultats du post-test nous ont étonnées. Puis, nous avons réfléchi par rapport aux compétences mises en oeuvre lors des tests et lors du rituel. Nous nous sommes rendu compte que les tests ne représentaient pas vraiment leur progression. Les élèves se sont certainement améliorés davantage en mémorisation qu'en livrets cachés. Ceci explique pourquoi nous avons modifié les tests pour la seconde expérimentation dans la classe A.

5.3.3 Classe A

Déroulement du rituel (octobre à décembre)

Tout d'abord, nous précisons que nous avons apporté quelques modifications au rituel par rapport à l'expérimentation précédente dans la classe B. Si le résultat d'une suite de calcul était correct, l'élève pouvait reculer avec sa chaise. S'il donnait une deuxième bonne réponse, il pouvait se lever devant sa chaise. Après la troisième réponse correcte, l'élève pouvait se mettre debout derrière sa chaise. Ces trois niveaux apportent un côté ludique à l'activité et motivent les élèves à se concentrer, afin de pouvoir accéder au niveau supérieur. Ceci permet aussi à l'enseignant de voir en direct l'évolution de chaque élève et ainsi, avoir une idée de leur niveau individuel.

Une autre modification était de permettre dès le départ aux élèves d'écrire les réponses intermédiaires de la suite sur leur feuille. À la fin, ils devaient écrire en grand la réponse finale, avant de la lever en direction de l'enseignante. Nous avons pris cette décision, car nous pensions que ces étapes intermédiaires étaient nécessaires pour des élèves de 6^{ème} année.

Nous avons aussi effectué un changement au niveau de la forme des tests. En effet, lors de la première expérimentation de ce rituel, nous avons fait passer aux élèves un simple test tel que l'on a l'habitude de voir avec des calculs écrits. Nous avons remarqué que cette forme de test n'était pas représentative de ce que nous demandions de faire aux élèves lors du rituel, et qu'il était alors difficile d'observer une amélioration ou non. C'est pourquoi, pour la seconde expérimentation, nous avons fait des tests qui reprenaient exactement la même forme que le rituel. C'est-à-dire que les élèves devaient écouter les calculs et noter les réponses intermédiaires, ainsi que la réponse finale sur leur feuille de réponses.

Avec ce rituel, nous avons travaillé sur les quatre opérations à savoir : l'addition, la soustraction, la multiplication et la division. Le calcul réfléchi s'effectuait principalement grâce aux additions et aux soustractions, car pour les multiplications et les divisions, les calculs faisaient partie, la plupart du temps, du répertoire mémorisé (livrets 1 à 10). Le moment de rituel durait 20 à 25 minutes par semaine et a été entraîné durant sept séances.

Analyse pré-test

Le pré-test :

$$1) \quad 10 \quad \times \quad 6 \quad - \quad 15 \quad : \quad 5 \quad + \quad 1 \quad = \quad \mathbf{10}$$
$$\qquad \qquad \qquad 60 \qquad \qquad 45 \qquad \qquad 9 \qquad \qquad 10$$

$$2) \quad 4 \quad \times \quad 7 \quad + \quad 2 \quad : \quad 3 \quad - \quad 4 \quad \times \quad 8 \quad = \quad \mathbf{48}$$
$$\qquad \qquad \qquad 28 \qquad \qquad 30 \qquad \qquad 10 \qquad \qquad 6 \qquad \qquad 48$$

$$3) \quad 15 \quad + \quad 21 \quad : \quad 6 \quad \times \quad 4 \quad - \quad 3 \quad : \quad 7 \quad = \quad \mathbf{3}$$
$$\qquad \qquad \qquad 36 \qquad \qquad 6 \qquad \qquad 24 \qquad \qquad 21 \qquad \qquad 3$$

$$4) \quad 72 \quad : \quad 9 \quad \times \quad 7 \quad - \quad 20 \quad : \quad 6 \quad + \quad 75 \quad : \quad 9 \quad = \quad \mathbf{9}$$
$$\qquad \qquad \qquad 8 \qquad \qquad 56 \qquad \qquad 36 \qquad \qquad 6 \qquad \qquad 81 \qquad \qquad 9$$

$$5) \quad 100 \quad : \quad 2 \quad : \quad 10 \quad \times \quad 8 \quad + \quad 2 \quad : \quad 7 \quad + \quad 97 \quad = \quad \mathbf{103}$$
$$\qquad \qquad \qquad 50 \qquad \qquad 5 \qquad \qquad 40 \qquad \qquad 42 \qquad \qquad 6 \qquad \qquad 103$$

$$6) \quad 20 \quad \times \quad 5 \quad \times \quad 6 \quad - \quad 450 \quad : \quad 10 \quad \times \quad 3 \quad : \quad 5 \quad = \quad \mathbf{9}$$
$$\qquad \qquad \qquad 100 \qquad \qquad 600 \qquad \qquad 150 \qquad \qquad 15 \qquad \qquad 45 \qquad \qquad 9$$

$$7) \quad 100 \quad : \quad 4 \quad + \quad 26 \quad - \quad 6 \quad : \quad 15 \quad = \quad \mathbf{3}$$
$$\qquad \qquad \qquad 25 \qquad \qquad 51 \qquad \qquad 45 \qquad \qquad 3$$

Le premier jour de la mise en place, les consignes ont été données : un test allait être fait au début et à la fin de la période de rituel, pour voir les progrès accomplis par les élèves. Nous avons d'abord testé le rituel une première fois, pour que les élèves puissent comprendre le fonctionnement de ce dernier et afin d'évaluer leur niveau. Cette première séance nous a permis de nous rendre compte de la complexité des calculs que nous avons préparés. C'est donc grâce à cette séance que nous avons pu créer le pré-test et ainsi le faire passer la semaine suivante, le 15 novembre 2016. Le pré-test a été passé par les vingt élèves. Nous avons corrigé les pré-tests en attribuant 1 point si les réponses intermédiaires et la réponse finale étaient correctes et 0 point s'il y avait une erreur ou pas de réponse.

Nous avons obtenu les résultats suivants (voir annexe 9.5.2) :

Nb points	0 point	1 point	2 points	3 points	4 points	5 points	6 points	7 points
Nb élèves	1	3	4	1	4	3	4	0

Ces résultats nous donnent une moyenne de classe de 3,45 points sur 7.

Nous remarquons que 45% des élèves ont obtenu 3 points ou moins, tandis que 35% ont obtenu 5 points ou plus. Aucun élève n'a réussi le test entièrement, alors qu'un élève a obtenu 0 point.

Suite à ce test, nous nous sommes penchées sur les difficultés des élèves. Grâce aux réponses intermédiaires, nous avons pu observer précisément les erreurs des élèves. Nous avons alors pris note de chaque calcul qui présentait plus de 20% d'échec dans la classe.

Calculs	% d'échec	Nombre de sans réponse	Nombre de réponses erronées	Réponses erronées des élèves
$60 - 15$	30%	1	5	35(2x), 55(2x), 40
6×8	21%	0	4	54, 41, 52, 47
$72 \div 9$	35%	2	5	6, 9(2x), 7(2x)
8×7	25%	1	3	62, 54, 64
$100 \div 2$	30%	4	2	200, 20
$600 - 450$	50%	3	6	350, 90, 250(3x), 290
$100 \div 4$	63%	6	7	40(2x), 45, 60(3x), 4

Pour le premier calcul, nous remarquons que quatre élèves se sont trompés d'une dizaine, c'est-à-dire que deux élèves ont soustrait le nombre 25 au lieu de 15 et deux autres élèves ont uniquement soustrait le chiffre 5. Cette erreur peut-être due à la difficulté de faire une soustraction mentalement, surtout lorsqu'elle comprend des nombres ne faisant pas partie des multiples de 10.

Le calcul suivant, " 6×8 ", devrait simplement faire partie de leur répertoire mémorisé. Ici, nous réalisons que 21% des élèves n'ont donc pas correctement mémorisé le livret 8. Il en va

de même pour le calcul qui suit " $72 \div 9$ ". Les réponses données par les élèves sont proches d'une ou deux unités de la solution. Nous avons ensuite à nouveau les livrets 8 et 7, qui posent problème cette fois-ci à 25% des élèves avec le calcul " 8×7 ". Toutes ces erreurs se retrouvent dans la catégorie d'erreurs de répertoire mémorisé.

Pour le calcul " $100 \div 2$ ", nous remarquons que quatre élèves n'ont pas donné de réponse. L'erreur de l'élève qui a répondu 200 peut s'expliquer du fait qu'il ait fait une multiplication au lieu d'une division. Nous relevons ici une erreur de confusion d'opération.

L'item " $600 - 450$ " a posé problème à 50% des élèves. Nous supposons ici une erreur de numération, car quatre élèves sur six se sont trompés d'une ou deux centaines au-dessous, en donnant 250 ou 350 comme réponse. Les réponses du dernier calcul " $100 \div 4$ " sont assez interpellantes. Tout d'abord, nous notons que six élèves n'ont pas su donner une réponse. Parmi ces élèves, nous retrouvons les quatre qui n'avaient pas donné de réponse non plus au calcul " $100 \div 2$ ". Nous remarquons ensuite que trois élèves ont répondu 60 à cet item. Nous suggérons que cette réponse est due au fait qu'ils aient cherché le complément à dix de 4 et "ajouté un zéro". Nous avons cependant de la peine à comprendre pourquoi les quatre réponses qui restent contiennent toutes le chiffre 4. Nous émettons l'hypothèse que les élèves ont repris le chiffre qui se trouvait dans le calcul de base pour le mettre dans leur réponse.

Suite à ces analyses, nous avons remarqué que les élèves avaient des difficultés avec les livrets 7, 8 et 9. Il y a aussi énormément d'erreurs dès lors qu'ils doivent faire une division. Les calculs avec le nombre 100, ainsi que la présence de nombres à deux ou trois chiffres ont engendré des difficultés chez beaucoup d'élèves.

C'est pourquoi nous avons alors décidé de travailler particulièrement sur les notions suivantes lors des moments de rituel :

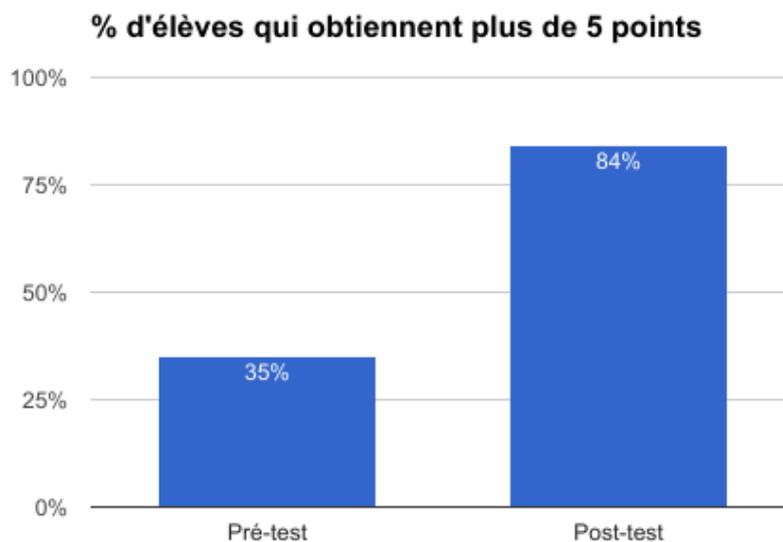
- Le livret 9 → notion travaillée le 22 novembre
- Les divisions et multiples de 4 → notions travaillées le 29 novembre
- Le livret 8 → notion travaillée le 6 décembre
- Les diviseurs et multiples du nombre 100 → notions travaillées le 6 décembre
- Les additions des nombres à 3 chiffres → notions travaillées le 13 décembre

Analyse post-test

Nous avons corrigé le post-test de la même façon que le pré-test. Le post-test a été passé lors de la dernière séance le 20 décembre 2017. Nous précisons que ce post-test a été passé par dix-neuf élèves. Nous obtenons les résultats suivants concernant le nombre de points obtenus par les élèves pour ce post-test (voir annexe 9.5.2) :

Nb points	1 point	2 points	3 points	4 points	5 points	6 points	7 points
Nb élèves	0	1	0	2	4	4	8

Ces résultats nous donnent une moyenne de classe de 5,78 points sur 7. Nous observons que seulement 5,3% (un seul élève), obtient 2 points, tandis que 84,3% des élèves ont obtenu 5 points ou plus. L'élève qui obtient deux points ne voulait pas faire le test et n'a fourni aucun effort. Nous expliquons son mauvais résultat par son comportement en classe ce jour-là ; il ne semblait pas prendre au sérieux la tâche et n'écoutaient pas les calculs. Tous les autres élèves ont obtenu quatre points ou plus. Cela signifie qu'ils étaient tous au-dessus de la moyenne du pré-test (3,45) lors du post-test. Plus important encore, nous relevons que cette fois-ci, huit élèves ont réalisé un sans-faute. Lorsque nous comparons les résultats du pré-test à ceux du post-test, nous obtenons le graphique suivant :



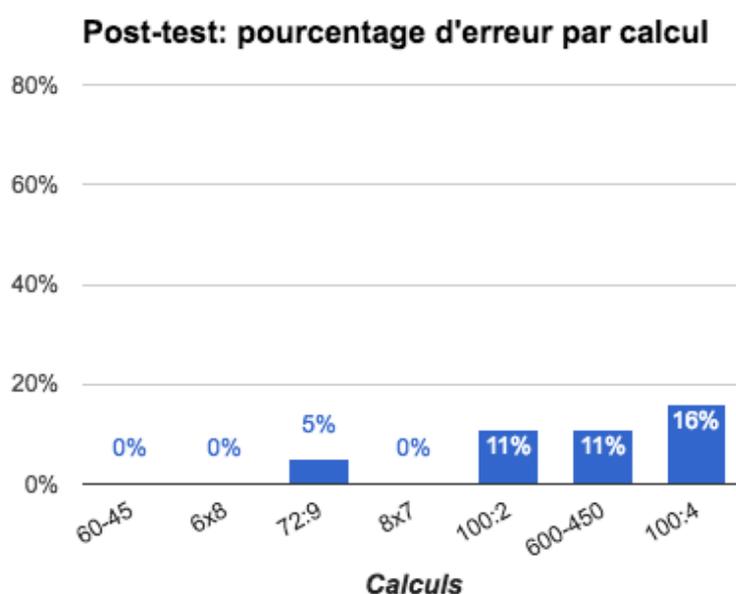
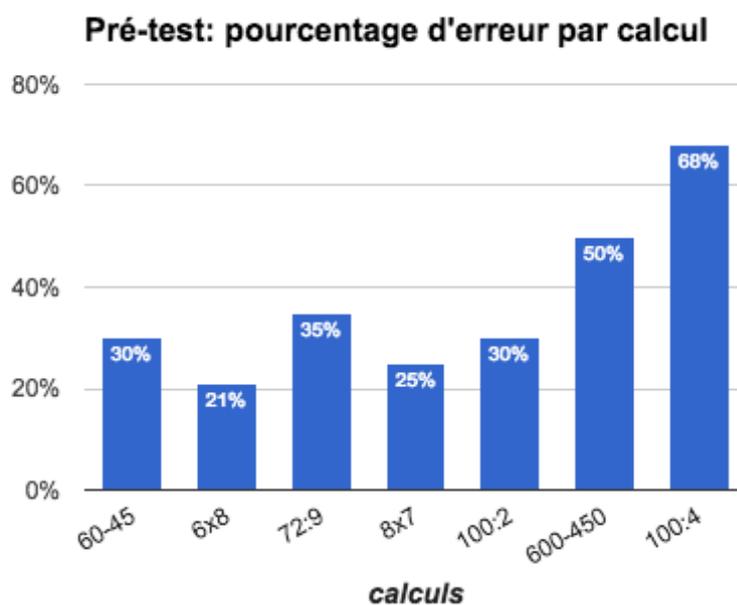
Pour la seconde analyse de ce post-test, nous avons à nouveau pris note de toutes les erreurs des élèves par rapport à chaque calcul individuellement. Dans ce premier tableau, nous avons repris exactement les mêmes calculs qui ont posé problème au pré-test.

Calculs	% d'échec	Nombre de sans réponse	Nombre de réponses erronées	Réponses erronées des élèves
$60 - 15$	0%	0	0	-
6×8	0%	0	0	-
72×9	5%	0	1	7
8×7	0%	0	0	-
$100 \div 2$	11%	0	2	20, 25
$600 - 450$	11%	0	2	100, 250
$100 \div 4$	16%	1	2	20, 400

Nous remarquons que le taux d'échec à ces calculs est toujours inférieur à 16%, ce qui veut dire qu'il n'y a jamais plus de trois élèves qui ne savent pas répondre à un même calcul. Les trois derniers calculs restent tout de même ceux qui posent le plus de problèmes, mais sans dépasser les 16% d'échec.

Pour le calcul " $100 \div 2$ ", nous émettons l'hypothèse que les deux élèves ont donné les réponses correspondant respectivement à " $100 \div 4$ " et " $100 \div 5$ ". En effet, ayant beaucoup travaillé en classe ces trois calculs comprenant le nombre 100, il est possible de que les deux élèves en question aient confondu les calculs. Pour le calcul " $100 \div 4$ ", nous remarquons cependant que cette fois-ci, uniquement un élève n'a pas donné de réponse, en comparaison aux six élèves dans le même cas lors du pré-test. Nous notons aussi qu'un élève a, à nouveau, effectué une multiplication au lieu d'une division : erreur de confusion d'opération. Le dernier élève ayant répondu faux à cette question a très certainement confondu les calculs " $100 \div 4$ " et " $100 \div 5$ ".

Afin de voir clairement la différence entre le pré-test et le post-test, nous les avons représentés graphiquement :



La différence est alors flagrante, nous observons que trois calculs qui représentaient 20% ou plus d'échec lors du pré-test sont à présent acquis par l'entièreté de la classe.

Ces sept calculs que nous avons retenus se trouvaient à chaque fois être le premier ou le deuxième d'une suite. Pour compléter nos analyses, il était alors primordial d'aller voir ce qu'il se passait plus loin dans les suites, où se situaient les erreurs des élèves qui avaient, à présent, réussi à dépasser leurs lacunes du pré-test.

Nous avons alors découvert trois nouvelles difficultés avec un maximum de 20% d'échec. Pour ces trois calculs, il y a eu au maximum trois élèves qui ont éprouvé des difficultés.

- $6 + 97 = \dots$

Ici, deux élèves ont répondu 104. Nous voyons une erreur de passage à la centaine qui se retrouve dans la catégorie d'erreur de numération.

- $150 \div 10 = \dots$

Deux élèves n'ont pas su donner de réponse à ce calcul.

- $45 \div 15 = \dots$

Les trois élèves qui n'ont pas obtenu de point pour ce calcul n'ont pas donné de réponse. Il nous est alors impossible d'analyser leur raisonnement. Nous pensons que ces élèves n'ont peut-être pas réussi à décomposer le nombre, à faire le lien avec le fait qu'ils devaient essayer d'additionner le nombre 15, pour trouver combien de fois il apparaissait dans 45.

Constat

La mise en place de ce rituel de la suite-en-tête dans cette classe nous montre des résultats très satisfaisants. Nous le voyons grâce aux résultats des tests et des analyses que nous avons effectués.

Les résultats de ces tests nous montrent une nette amélioration des élèves. Nous l'observons tout d'abord au niveau de la moyenne de classe qui passe de 3,45/7 à 5,78/7 et également si nous comparons le nombre de tests sans faute au pré-test : 0, et au post-test : 8.

Les difficultés des élèves lors du pré-test concernaient les livrets 7, 8 et 9, les multiples et diviseurs de 100, ainsi que les calculs comprenant des nombres à trois chiffres. Ces difficultés sont encore quelque peu observables lors du post-test, mais beaucoup moins présentes, ce qui s'explique par une bonne organisation des leçons d'entraînement. En effet, nous avons pu cibler les difficultés des élèves et préparer, en conséquence, des calculs permettant d'exercer ces compétences, ainsi que de se concentrer sur les moments de métacognition collectifs.

Nous estimons que le fait d'avoir expérimenté ce rituel dans une autre classe précédemment a été un avantage considérable pour la mise en place du rituel. Premièrement, une leçon d'entraînement et d'observation pour l'enseignante a été mise en place ce qui lui a permis de cibler le niveau des élèves et d'adapter directement la règle des réponses intermédiaires. Deuxièmement, les élèves se déplaçaient lorsqu'ils trouvaient une bonne réponse, afin de permettre à l'enseignante d'avoir une bonne vue d'ensemble des compétences. Cela permettait également aux élèves de bouger et de leur donner un objectif concret en plus lors de l'activité. Pour terminer, nous avons fait une modification importante concernant la forme

des tests. Ces derniers ont été effectués sous la même forme que les séances d'entraînement afin d'être sûres d'avoir des résultats qui représentent le travail effectué durant la période intermédiaire aux tests.

Les résultats nous montrent que tous les élèves ont progressé, à part un, qui avait déjà obtenu un bon résultat au premier test et qui a obtenu le même lors du post-test. Nous retenons que la progression moyenne de la classe est de 2 points. Pour conclure, nous sommes satisfaites des résultats, de la progression des apprentissages des élèves et du bon déroulement de la mise en pratique de ce rituel.

5.4 Conclusion des analyses

Le mur

Ce rituel nous a permis d'observer une amélioration au niveau des compétences des élèves en calcul réfléchi, dans les deux classes. Nous notons le fait qu'il est par ailleurs difficile de savoir si le rituel a été utile pour les élèves qui obtenaient de bons résultats au pré-test. La mise en place de ce rituel nous a convaincues par rapport à son efficacité en termes d'entraînement pour une compétence bien précise. Nous retenons cependant que si nous l'utilisons uniquement comme entraînement, sans faire de pré-test et post-test, il est difficile d'observer si les élèves progressent ou non, car il n'en ressort aucune trace écrite. Nous relevons que certains calculs sont statistiquement plus complexes pour les élèves : il s'agit de ceux possédant une lacune au milieu du calcul ainsi que des divisions. Nous avons également remarqué qu'il était extrêmement important d'insister sur les consignes du rituel, afin qu'il se déroule de la façon la plus optimale possible, tant au niveau de la gestion de classe, que des apprentissages des élèves.

La suite-en-tête

Dans la classe B, nous observons une faible progression des compétences des élèves et nous remarquons que les élèves ayant fait un bon résultat au pré-test ne se sont pas améliorés. Nous relevons que les calculs qui causaient le plus de difficultés aux élèves étaient toujours ceux qui contenaient une division. Cependant, l'expérimentation de ce rituel dans cette classe B nous a permis de le faire évoluer pour la seconde classe. Nous voyons ici l'utilité d'avoir mis en place deux dispositifs en alternance dans deux classes. En effet, grâce à la première expérience peu convaincante dans la classe B, nous avons pu adapter le rituel et obtenons des résultats très satisfaisants dans la classe A.

Nous nous sommes rendu compte qu'il était primordial de préparer correctement la mise en place de ce rituel. Nous avons également pu noter l'importance pour l'enseignante de s'adapter au niveau des élèves de la classe, afin d'appliquer les modifications nécessaires pour le bon déroulement du rituel.

Nous retenons que ce rituel est un moyen efficace d'améliorer les compétences des élèves en calcul réfléchi, dans la mesure où il est mis en place correctement, avec des moments de travail métacognitifs.

6. Discussion des résultats

Dans cette partie, nous expliquons les différences de résultats que nous observons dans les deux classes qui sont, selon nous, liées au contexte ainsi qu'aux connaissances en jeu, et non à l'enseignante.

Commentaires sur les biais et les variables

Après l'analyse de tous ces résultats, nous tenons à émettre quelques commentaires concernant les biais et les variables de cette étude. Au vu de la différence de progression rencontrée dans les deux classes (classe B : peu de progression en moyenne), nous voulons préciser que la prise en compte d'autres variables comme le contexte de la classe peuvent influencer les résultats. En l'occurrence, dans nos expérimentations, nous avons mis en place les deux rituels dans une classe de 6^{ème} HarmoS ainsi qu'une classe de 8^{ème} HarmoS. L'année scolaire est déjà une variable en elle-même, étant donné que les élèves concernés auront en moyenne deux ans d'écart.

Par ailleurs, le point le plus important, selon nous, concerne le temps à disposition pour mettre en place ces rituels. Nous estimons que les moments de travail stratégique et ainsi que les moments métacognitif collectifs ont été primordiaux durant nos expérimentations. C'est à ce moment-là que chaque élève pouvait réfléchir sur ses pratiques, expérimenter d'autres stratégies et confronter les siennes à celles des autres. Il se trouve que, dans la classe A, il arrivait fréquemment que le rituel prenne plus de temps, car la partie métacognitive se prolongeait. Malheureusement, il n'était pas possible de dépasser les 15 minutes prévues dans la classe B, ce qui ne permettait pas de travailler autant que voulu sur les stratégies. En prenant du recul sur le temps consacré aux rituels dans la classe B, nous jugeons que le rapport entre le temps consacré à faire l'activité et le temps consacré aux stratégies était trop éloigné. Nous justifions ce manque de temps et cette sensation de précipitation par le fait qu'en 8^{ème} année, des conditions défavorables sont à prendre en compte. Parmi celles-ci, nous retrouvons les tests communs dans le collège, le programme chargé de fin de cycle, les épreuves cantonales de référence, la fin du semestre et l'orientation au troisième cycle.

Un autre point que nous tenons à mettre en évidence concerne les connaissances en jeu. Il est possible que dans la classe B, les élèves n'avaient pas encore acquis certains prérequis

nécessaires pour mettre en œuvre les suites de calculs proposées. En effet, nous avons remarqué que, par exemple, les divisions engendraient beaucoup de difficultés malgré les mises en commun que nous avons organisées. Les élèves ne pouvaient alors pas progresser grâce à ce dispositif, destiné avant tout à l'entraînement de notions acquises. Il faudrait envisager d'autres dispositifs complémentaires qui pourraient leur permettre de progresser dans ce domaine qu'est les divisions.

Ces derniers éléments nous amènent à la conclusion que nous n'avons pas pu mettre en place ces activités dans les meilleures conditions au sein de la classe B.

Retour sur les hypothèses

Notre première hypothèse était la suivante : *le fait de pratiquer du calcul réfléchi, sous la même forme pendant plusieurs semaines, collectivement, accompagné d'un travail métacognitif sur les stratégies, devrait permettre aux élèves d'acquérir de nouvelles compétences.* Tous ces éléments nous étaient apparus comme essentiels pour le bon déroulement du développement de nouveaux apprentissages chez les élèves. Le fait que cette activité ait été mise en place pendant plusieurs semaines a permis aux élèves de progresser dans les compétences visées par les rituels. Nous avons la preuve de cette progression dans les résultats de nos pré-tests et post-tests ; les élèves ont en grande majorité obtenu des résultats plus satisfaisants, après avoir entraîné ces compétences lors des rituels. Nous avons également évoqué la forme sociale de travail en collectif ainsi que l'importance du travail métacognitif. Nous avons pu observer que ces deux éléments étaient indissociables, par le fait que les stratégies individuelles sont partagées et deviennent parfois collectives. En effet, le moment de mise en commun à la fin de chaque activité était utilisé principalement pour que les élèves explicitent leurs démarches et, par conséquent, pour que chacun puisse s'en inspirer, dans le but d'améliorer ses compétences en calcul réfléchi.

La deuxième hypothèse évoquait le fait que nous allions observer *un impact positif sur leurs compétences à long terme.* Comme nous l'avons déjà mentionné, nous avons pu observer de réelles améliorations des compétences de nos élèves à court terme, c'est-à-dire sur les six semaines de travail. Cependant, ce travail ne nous permet malheureusement pas d'en savoir plus au sujet de l'amélioration de leurs compétences à long terme. Cela engendrerait un second travail de recherche, qui devrait s'effectuer un certain temps après la mise en place de

nos rituels, afin d'observer si les élèves utilisent, par exemple, les stratégies de calcul réfléchi développées lors des moments collectifs.

La troisième hypothèse était la suivante : *la mise en place d'un rituel bien défini aura un impact positif sur la participation des élèves*. Par rapport à celle-ci, nous avons remarqué qu'il était difficile d'évaluer précisément la participation sur un rituel en particulier dans un temps imparti. Nous avons cependant observé que les élèves semblaient être motivés par les rituels que nous avons proposés. En effet, pour le rituel du mur, les élèves levaient souvent la main pour répondre aux questions alors que cela n'était pas demandé et nous avons même dû, à plusieurs reprises, leur rappeler cette règle. Nous ajoutons que les activités choisies étaient ludiques et changeaient des activités basiques auxquelles les élèves de nos classes avaient l'habitude de faire face dans le cadre scolaire. Ceci a engendré, selon nous, de la motivation chez les élèves, car nous avons remarqué que ces derniers semblaient se réjouir de commencer la leçon par ce moment ritualisé. Ces derniers éléments nous permettent de confirmer notre dernière hypothèse, qui suggérait qu'un aspect ludique pourrait motiver les élèves à participer davantage à ces moments de rituel. Le retour sur cette hypothèse se base uniquement sur nos observations durant les moments de rituel. Nous tenons à souligner que si nous voulions pouvoir confirmer ou infirmer cette hypothèse, nous aurions pu utiliser des vidéos, afin d'analyser la participation des élèves. Il aurait alors fallu mettre en place un dispositif complexe de vidéo ainsi que des grilles d'observation bien précises.

7. Conclusion

Ce travail de mémoire nous a permis de développer un grand nombre de compétences personnelles et professionnelles.

D'un point de vue personnel, ce travail de mémoire nous a apporté beaucoup, en particulier en ce qui concerne la collaboration. En effet, ce mémoire a été construit de toutes pièces à deux et cela n'a pas toujours été facile. Nous avons par moment dû faire des concessions, des compromis ou des argumentations parfois très longues pour nous mettre d'accord. Nous avons dû revenir un nombre incalculable de fois sur la formulation des phrases, la structure de notre mémoire, la façon d'analyser des résultats ou encore sur des détails parfois peu importants. Nous avons par ailleurs pu en tirer une expérience très riche, dont nous retenons tout particulièrement les points positifs. Nous avons pu remarquer que nous avons beaucoup progressé dans la collaboration, l'organisation, le partage des tâches et surtout dans l'efficacité. Nous pensons que nos deux caractères et personnalités différents ont été une force pour élaborer ce travail, en tirant profit des qualités de chacune. De plus, la collaboration étant une compétence essentielle à développer en tant qu'enseignantes, nous voyons davantage l'importance d'avoir effectué cette recherche à deux.

Du côté professionnel, ce travail de mémoire nous a permis de prendre conscience de l'importance de mettre en place des rituels dans nos classes. Les rituels en mathématiques sont certes bien connus des enseignants. Cependant, il ne faut pas oublier qu'il est possible d'en pratiquer dans toutes les disciplines scolaires. Le rituel du mur est facilement transposable dans d'autres branches scolaires, et les élèves ont toujours du plaisir à l'exercer. Nous retenons que les traces écrites des élèves sont primordiales si nous voulons pouvoir observer de quelconques améliorations au niveau des compétences de nos élèves. Ces traces permettent ainsi d'avoir recours à des évaluations formatives qui permettent d'évaluer la progression des apprentissages des élèves ainsi que le degré d'acquisition de leurs connaissances et compétences. Cette recherche nous a donc fait évoluer en tant qu'enseignantes, car cette dernière nous a permis d'acquérir des compétences essentielles à la mise en place de rituels en classe. Nous sommes toutes les deux convaincues par l'intérêt d'exercer des rituels et ne pouvons imaginer un enseignement sans les utiliser.

Cette recherche nous a offert des résultats convaincants à court terme. Cependant, nous sommes conscientes que nous devons rester vigilantes à cet égard, et ne pas nous satisfaire uniquement des résultats de nos tests. En effet, ces derniers démontrent l'état d'un savoir à un temps précis, autrement dit, lors du post-test, directement après une phase d'entraînement. Afin d'approfondir notre recherche, il serait alors intéressant de refaire des tests quelques mois après. Ces tests nous permettraient de voir si les compétences acquises directement après la mise en place de ces rituels sont réellement ancrées au niveau de leurs savoirs.

Pour conclure, nous tirons une expérience globalement positive de ce travail de mémoire, tant au niveau personnel, que professionnel. Nous avons pu développer des compétences utiles pour notre futur enseignement et nous réjouissons de voir comment ces dernières influenceront notre pratique.

8. Bibliographie

- Arénilla, L. (Éd.). (2007). *Dictionnaire de pédagogie et de l'éducation* (3. éd., mise à jour). Paris : Bordas.
- Astolfi, J.-P. (2006). *L'erreur : un outil pour enseigner* (7. éd). Issy-les-Moulineaux: ESF Éd.
- Aymon, H. & Sauthier, M.-H. (2010). Cahiers de calcul et mémorisation (1). *Résonances*, (5), 30-35.
- Boule, F. (1997-98). Le calcul mental à l'école. *Revue Grand N*, 62, 15-33.
- Brousseau, G. (2001). Les erreurs des élèves en mathématiques ; Etude dans le cadre de la Théorie de Situations Didactiques. *Petit x*, (57), 5-30.
- Butlen, D. & Pézard, M. (1989). *Calcul mental, calcul rapide*. Paris : IREM, Institut de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques : Université Paris VII.
- Charnay, R., Mante, M., Douaire, J. & Valentin, D. (Éd.). (2003). *Préparation à l'épreuve de mathématiques du concours de professeur des écoles. T. 2 : [...]* (Nouv. éd. actualisée). Paris : Hatier.
- CIIP. (2009). *Plan d'études romand*. Neuchâtel, Suisse : Secrétariat général de la CIIP.
- Dumas, C. (2009). *Construire des rituels à la maternelle : PS, MS, GS*. Paris : Retz.
- Ivorra, W. (2012). Une nouvelle façon de former et de se former. Repéré à <http://www.uvp5.univ-paris5.fr/TFM/AC/AffFicheT.asp?CleFiche=3040&Org=QUTH>, consulté le 20.02.2017.
- Jeuge-Maynard, I. (2010). *Le petit Larousse illustré en couleurs : 87 000 articles, 5 000 illustrations, 321 cartes, chronologie universelle*. Paris : Larousse.
- Raynal, F. & Rieunier, A. (2014). *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés apprentissage, formation, psychologie cognitive*. Issy-les-Moulineaux : ESF éditeur.
- Sauthier, M.-H. & Aymon, H. (2009) *Livre du maître pour les cahiers de calcul*. État du Valais.

9. Annexes

9.1 Journaux de bord

Rituel 1 (le mur) – classe A

Séance 1 : 30 août

Les élèves font le pré-test puis mise en place du rituel, explication des consignes. Les élèves ont beaucoup de peine avec les nombres qui ne sont pas ronds. Je dois beaucoup insister sur les consignes, sur le fait qu'ils doivent bien écouter et que je ne répète pas les calculs. Si je dois répéter, cela compte comme une fausse réponse.

Séance 2 : 6 septembre

Je décide de dire que des nombres qui se finissent par 5 ou 0. On fait une récapitulation au TN pour les stratégies. La classe est un peu agitée, cependant il n'y a presque plus d'erreur, mais le mur ne se forme pas. Ils échouent chaque fois parce qu'un élève du mur n'écoute pas (5 fois d'affilée).

Séance 3 : 13 septembre

Ils réussissent à faire le mur ! Cependant, je donnais toujours des nombres qui finissent par 5 ou 0. Maintenant que cela est acquis, le nouvel objectif est de réussir à construire le mur, mais avec tous les nombres. Je remarque que c'est plus difficile, il y a plus d'erreurs. J'utilise beaucoup les nombres entre 11 et 19 et entre 81 et 89. Cela les aides, je remarque que c'est quand même plus facile que la toute première.

Séance 4 : 20 septembre

Pour cette séance, je donne des calculs avec tous les nombres. J'évite les dizaines ronds ainsi que les nombres qui se terminent par zéro afin qu'il y ait toujours la même difficulté pour chaque élève. Le mur ne se construit pas, à plusieurs reprises il se casse, car un élève n'a pas écouté.

Séance 5 : 27 septembre

Aucune note n'a été prise ce jour-là.

Séance 6 : 4 octobre

Lors du dernier essai, le mur est construit entièrement!

Séance 7 : 11 octobre

Les élèves réalisent le post-test.

Rituel 2 (la suite en tête) – classe A

À la fin de chaque moment, je récolte toutes les traces des élèves.

Séance 1 : 1er novembre

C'est la première fois que je mets en place ce rituel en classe. J'ai décidé de ne pas commencer directement par le pré-test car je ne me rends pas compte du niveau de mes élèves. Cette première séance est donc une phase d'observation afin de pouvoir créer mon pré-test et ainsi avoir des objectifs cohérent par rapport au niveau de mes élèves.

Je commence par expliquer le rituel, il y a beaucoup de questions. Nous faisons le premier exemple en collectif afin qu'ils puissent bien comprendre. Les 3 suites d'après sont réalisées individuellement. Après chaque suite, je ne donne pas directement la réponse, mais je refais tous les calculs avec les élèves leur permettant ainsi d'expliquer leurs stratégies.

Les résultats sont très bons, tous les élèves obtiennent entre 3 et 4 réponses correctes sur un total de 4 questions. Un élève est en dessous. J'en déduis que les calculs sont trop faciles et je décide alors de compliquer les suites pour le pré-test.

Les quatre suites effectuées ce jour-là :

$$\begin{array}{r} \mathbf{1)} \quad \mathbf{3} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{4} \quad \mathbf{+} \quad \mathbf{8} \quad \mathbf{-} \quad \mathbf{10} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{10} \quad \mathbf{=} \quad \mathbf{100} \\ \phantom{\mathbf{1)} \quad} \phantom{\mathbf{3} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{8} \quad} \phantom{\mathbf{-} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \\ \phantom{\mathbf{1)} \quad} \phantom{\mathbf{3} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{8} \quad} \phantom{\mathbf{-} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \\ \phantom{\mathbf{1)} \quad} \phantom{\mathbf{3} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{8} \quad} \phantom{\mathbf{-} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \mathbf{2)} \quad \mathbf{8} \quad \mathbf{+} \quad \mathbf{7} \quad \mathbf{:} \quad \mathbf{3} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{4} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{5} \quad \mathbf{=} \quad \mathbf{100} \\ \phantom{\mathbf{2)} \quad} \phantom{\mathbf{8} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{7} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{3} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \\ \phantom{\mathbf{2)} \quad} \phantom{\mathbf{8} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{7} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{3} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \\ \phantom{\mathbf{2)} \quad} \phantom{\mathbf{8} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{7} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{3} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \mathbf{3)} \quad \mathbf{6} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{6} \quad \mathbf{+} \quad \mathbf{4} \quad \mathbf{:} \quad \mathbf{10} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{5} \quad \mathbf{+} \quad \mathbf{12} \quad \mathbf{=} \quad \mathbf{32} \\ \phantom{\mathbf{3)} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{12} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{32}} \\ \phantom{\mathbf{3)} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{12} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{32}} \\ \phantom{\mathbf{3)} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{4} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{12} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{32}} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \mathbf{4)} \quad \mathbf{10} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{5} \quad \mathbf{+} \quad \mathbf{6} \quad \mathbf{:} \quad \mathbf{7} \quad \mathbf{+} \quad \mathbf{12} \quad \mathbf{x} \quad \mathbf{5} \quad \mathbf{=} \quad \mathbf{100} \\ \phantom{\mathbf{4)} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{7} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{12} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \\ \phantom{\mathbf{4)} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{7} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{12} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \\ \phantom{\mathbf{4)} \quad} \phantom{\mathbf{10} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{6} \quad} \phantom{\mathbf{:} \quad} \phantom{\mathbf{7} \quad} \phantom{\mathbf{+} \quad} \phantom{\mathbf{12} \quad} \phantom{\mathbf{x} \quad} \phantom{\mathbf{5} \quad} \phantom{\mathbf{=} \quad} \phantom{\mathbf{100}} \end{array}$$

Séance 2 : 15 novembre

Pré-test. Les élèves mettent des séparations afin de ne pas pouvoir tricher. Le pré-test se déroule bien, les élèves sont attentifs et concentrés. Je ramasse toutes les feuilles à la fin du test et je les corrige. J'ai décidé de relever les calculs qui posaient le plus de problèmes aux élèves. Par cela, j'entends ceux qui ont amené à plus de 20% de mauvaises réponses.

- 60 - 15
- 600 - 450
- 6 x 8
- 8 x 7
- 72 : 9
- 100 : 2
- 100 : 4

Séance 3 : 22 novembre

Avant de commencer, nous avons parlé du livret 9 et des “trucs” pour ne pas nous tromper.

Les stratégies suivantes sont apparues:

- $9 \times 6 = ?$ $6-1 = 5 / 5$ pour aller à $9 = 4$ réponse = 54
- $9 \times 6 = 10 \times 6 - 6 = 54$
- Utiliser la technique en abaissant ses doigts

Après la première suite, nous avons regardé comment multiplier un grand nombre par 2. Puis nous avons échangé des stratégies pour multiplier un grand nombre par 5. Ce qui est revenu le plus souvent était de compter sur ces doigts. Lorsqu’il faut multiplier des dizaines rondes par 5, les élèves ont expliqué qu’il était possible de “cacher” les zéros puis de les rajouter à la fin.

Les cinq suites effectuées ce jour-là :

$$\begin{array}{ccccccccccc} 1) & 9 & \times & 6 & + & 6 & : & 10 & + & 34 & \times & 2 & = & 80 \\ & & & 54 & & 60 & & 6 & & 40 & & 80 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} 2) & 15 & + & 25 & \times & 2 & - & 20 & : & 2 & - & 3 & : & 9 & = & 3 \\ & & & 40 & & 80 & & 60 & & 30 & & 27 & & 3 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} 3) & 4 & \times & 9 & + & 5 & - & 11 & : & 10 & + & 78 & = & 81 \\ & & & 36 & & 41 & & 30 & & 3 & & 81 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} 4) & 20 & \times & 5 & : & 2 & + & 13 & - & 7 & = & 56 \\ & & & 100 & & 50 & & 63 & & 56 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccccccc} 5) & 20 & \times & 5 & \times & 6 & : & 10 & \times & 2 & : & 10 & : & 4 & = & 3 \\ & & & 100 & & 600 & & 60 & & 120 & & 12 & & 3 & & \end{array}$$

Séance 4 : 29 novembre

Avant de commencer, nous reparlons du truc du livret 9 et j’interroge quelques élèves peu confiants.

Ensuite, nous parlons de multiplier des grands nombres par 3 ou par 4. Les mêmes stratégies ressortent que la dernière fois, les élèves semblent plus sûrs d’eux.

Les cinq suites effectuées ce jour-là :

$$1) \quad 600 - 200 : 10 \times 2 : 8 + 79 = 89$$

$$400 \quad 40 \quad 80 \quad 10 \quad 89$$

$$2) \quad 36 + 8 - 12 : 8 \times 9 = 36$$

$$44 \quad 32 \quad 4 \quad 36$$

$$3) \quad 20 \times 5 - 79 + 210 - 1 : 10 = 23$$

$$100 \quad 21 \quad 231 \quad 230 \quad 23$$

$$4) \quad 100 : 5 \times 4 - 65 \times 2 \times 3 = 90$$

$$20 \quad 80 \quad 15 \quad 30 \quad 90$$

$$5) \quad 21 \times 3 - 55 \times 7 - 11 : 5 = 9$$

$$63 \quad 8 \quad 56 \quad 45 \quad 9$$

Séance 6 : 6 décembre

Avant de commencer, nous exerçons les calculs suivants:

- 50×2
- 5×20
- 2×50
- $100 : 4$
- 4×25
- $100 : 5$

J'interroge les élèves pendant 2-3 minutes sur ces 6 calculs avant de commencer le rituel.

Entre la 3ème et la 4ème suite, nous parlons du livret 8. Il n'y a pas de truc, il faut juste le savoir. Le plus dur c'est 7×8 , il faut donc l'apprendre par cœur. Nous répétons ce calcul à haute voix en collectif plusieurs fois afin qu'ils s'en souviennent.

$$1) \quad 100 : 4 \times 2 : 5 + 79 + 7 = 96$$

$$25 \quad 50 \quad 10 \quad 89 \quad 96$$

$$2) \quad 54 : 9 + 98 - 4 : 4 : 5 = 5$$

$$6 \quad 104 \quad 100 \quad 25 \quad 5$$

$$3) \quad 7 \times 8 - 11 : 5 \times 3 = 27$$

$$56 \quad 45 \quad 9 \quad 27$$

$$4) \quad 100 : 4 : 5 \times 8 + 27 = 67$$

$$25 \quad 5 \quad 40 \quad 67$$

$$5) \quad 100 \times 7 : 10 - 14 : 7 = 8$$

$$700 \quad 70 \quad 56 \quad 8$$

Séance 7 : 13 décembre

Dernière fois avant le test. 7×8 ?? C'est bon ils s'en souviennent. Je l'avais déjà répété à d'autres moments dans la semaine, maintenant ça a l'air d'être acquis!

Après la deuxième suite, nous discutons des calculs avec 3 chiffres. C'est difficile. Les élèves échangent entre eux. Les élèves qui ont de la facilité n'arrivent pas à expliquer comment ils font. Quelques élèves expliquent qu'ils voient le calcul en colonne dans leur tête. D'autres élèves expliquent qu'il faut décomposer les nombres et faire les calculs petit à petit. Exemple avec $700 - 250$: d'abord on fait $700 - 200$ ça fait 500 et ensuite on enlève encore 50, ça fait 450.

$$1) \quad 100 : 4 : 5 + 67 : 9 + 54 - 12 = 50$$

$$25 \quad 5 \quad 72 \quad 8 \quad 62 \quad 50$$

$$2) \quad 14 + 6 \times 10 : 2 - 33 - 8 = 59$$

$$20 \quad 200 \quad 100 \quad 67 \quad 59$$

$$3) \quad 500 - 150 : 10 + 20 \times 10 - 50 + 18 = 518$$

$$350 \quad 35 \quad 55 \quad 550 \quad 500 \quad 518$$

$$4) \quad 14 + 21 : 5 \times 8 - 20 : 6 - 6 = 0$$

$$35 \quad 7 \quad 56 \quad 36 \quad 6 \quad 0$$

$$5) \quad 6 \times 100 - 50 : 10 + 6 = 61$$

$$600 \quad 550 \quad 55 \quad 61$$

Séance 8 : 20 décembre

Post-test

Rituel 2 (la suite en tête) dans classe B

Séance 1 : 1er septembre

Première séance. J'ai en tout premier lieu effectué le pré-test par écrit (liste de calculs). J'ai ensuite donné les consignes du rituel et fait avec les élèves quelques exemples et entraînements avant de commencer la séance 1. Pour cette première séance, nous avons fait 2 suites de calculs seulement:

$$1. \quad 1000 : 10 \quad \times 2 \quad : 10 \quad = 20$$

$$2. \quad 100 \times 2 \quad : 10 \quad \times 100 \quad = 2'000$$

Ces suites étaient composées uniquement de 3 "étapes". J'ai utilisé uniquement des nombres "simples", par exemple 10, 2, 100,... J'ai pu observer que les élèves avaient beaucoup de difficulté. Peu d'élèves trouvent la bonne réponse lorsqu'ils lèvent leurs fiches. Nous avons rapidement mis des mots sur les méthodes de certains élèves pour arriver à la bonne réponse.

Séance 2 : 5 septembre

Lors de cette deuxième séance, nous avons tout d'abord rappelé quelques stratégies énoncées lors de la séance précédente. Les élèves ont répondu à deux suites de calculs composées à nouveau de 3 étapes. J'ai ajouté des nombres différents de ceux de la première séance, intégré des nombres comme 3 ou 40... sans trop augmenter la difficulté. La plupart des élèves qui ne trouvent pas la bonne réponse donnent comme explication qu'ils se sont perdus "dans leur tête" lors de la réalisation des calculs. Deux ou trois élèves n'ont pas de réponse à donner à la fin des suites. Vu la difficulté des élèves à répondre à ces suites, j'ai pris la décision de les laisser noter les réponses intermédiaires pour la prochaine séance afin qu'ils puissent travailler les compétences mathématiques et pas seulement les compétences de mémorisation.

Séance 3 : 12 septembre

J'ai commencé la séance par expliquer aux élèves la modification du rituel. Ils peuvent dorénavant, s'ils le veulent, noter les réponses intermédiaires sur leur fiche. Exemple en commun. Quelques élèves demandent s'ils sont obligés de noter les réponses intermédiaires, car ils préfèrent ajouter la difficulté de mémorisation. C'est "trop facile" pour eux! Quatre ou cinq élèves ne trouvent toujours pas la bonne réponse même avec les réponses intermédiaires. Nous avons ensuite repris les suites en commun au tableau noir afin d'explicitier les stratégies possibles. Les élèves avec de la facilité ont donné leurs stratégies et j'ai reformulé leurs explications pour les élèves ayant plus de difficulté pour être sûrs qu'ils puissent s'en servir.

Séance 4 : 21 septembre

Cette troisième s'est déroulée normalement. Les élèves ne progressent pas énormément si ce n'est que lors de la mise en commun à la fin de la séance, j'ai pu remarquer qu'ils avaient intégré "en théorie" les stratégies. En effet, la plupart savent comment résoudre les opérations en théorie, mais lorsqu'ils doivent les effectuer individuellement et mentalement, ils ne les utilisent pas forcément. J'ai remarqué également que la moitié de la classe avait encore beaucoup de lacunes sur les tables de multiplication, ce qui les handicape pour résoudre ces suites dont le thème est "les livrets cachés"! J'ai également ajouté une suite de plus (3) ainsi qu'ajouter une étape à la dernière suite (4). Même si la majorité des élèves ne progressent pas, il y a déjà quelques élèves qui s'ennuient, selon eux, car ils ont acquis les compétences nécessaires pour résoudre ces suites. C'est pour cela que j'ai tout de même décidé d'ajouter une étape.

Séance 5 : 26 septembre

Avant de commencer la séance, j'ai rappelé aux élèves de se concentrer sur les stratégies mises en place, en particulier celle des "zéros". En effet, ce "truc" a été répété plusieurs fois par les élèves comme stratégie: *quand on fait $\times 10$, on ajoute un zéro,...*

Les suites données étaient les suivantes:

1. $4000 : 1000 \quad \times 3 \quad \times 100 \quad : 10 \quad = 120$
2. $4 \times 50 \quad : 10 \quad \times 20 \quad \times 100 \quad = 40'000$
3. $8 \times 20 \quad \times 10 \quad : 100 \quad \times 20 \quad = 320$

Cette troisième suite a posé beaucoup de difficultés aux élèves, surtout lors de la dernière étape. Les élèves doivent effectuer 16×20 , ce qui présente une difficulté, car ils doivent soit effectuer le calcul de tête: $16+16$ ou 16×2 ou alors, remarquer que $16=8 \times 2$ et donc effectuer 8×4 en plus d'ajouter encore la centaine supplémentaire. Nous avons utilisé le temps de la mise en commun pour décortiquer cette suite en particulier.

Séance 6 : 3 octobre

Lors de cette cinquième séance, j'ai pu noter une amélioration de la part des élèves. Ils se sont à mon avis bien familiarisés avec ce rituel ce qui leur permet de se concentrer au maximum sur les compétences mathématiques. Beaucoup moins d'élèves notent les réponses intermédiaires, ils se lancent des challenges personnels! J'ai par ailleurs dû demander à certains élèves qui faisaient encore des erreurs d'écrire tout de même les réponses intermédiaires, car ils avaient, selon eux, "la flemme" de les écrire...

Les suites de calculs données sont les suivantes:

$$1. 3000 \times 2 :3 :100 \times 20 = 400$$

$$2. 40 \times 1000 :20 \times 4 :1000 = 8$$

$$3. 400 \times 20 :100 :20 \times 30 = 120$$

Cette troisième suite de calculs a posé beaucoup de problèmes aux élèves. La majorité des élèves ont donné une réponse fautive à cette suite. Les élèves ont maintenant plus ou moins acquis la compétence de multiplication ou division par une dizaine, centaine, millier, mais ont encore de la peine à l'associer avec une opération différente comme pour $80 : 20$ par exemple.

Séance 7 : 10 octobre

Lors de cette dernière séance, j'ai énoncé 3 suites pour que les élèves s'entraînent davantage avant de faire le post-test. Je n'ai pas eu beaucoup de temps pour introduire ou faire un moment de stratégie en commun vu le temps qui m'était mis à disposition.

Les suites travaillées sont:

$$1. 700 \times 100 \times 2 :1000 :20 = 7$$

$$2. 120 : 20 \times 1000 :3 :100 = 20$$

$$3. 10'000 \times 3 \times 2 :30 \times 5 = 10'000$$

Rituel 1 (le mur) – classe B

Séance 1 : 7 novembre

Lors de la première séance, j'ai donné le pré-test aux élèves, puis expliqué le rituel. Ils connaissaient déjà la forme du rituel, ils l'avaient expérimenté pour entraîner le vocabulaire d'allemand. Nous avons fait plusieurs exemples puis commencé à exercer le rituel avec des calculs plutôt simples (livrets 1, 2, 5, 10). J'ai fait exprès d'interroger ceux qui se trouvaient dans le mur régulièrement pour leur montrer l'importance d'écouter tous les calculs.

Séance 2 : 14 novembre

J'ai commencé la séance par leur rappeler l'importance de l'écoute tout au long du rituel et de ne pas se plaindre ou critiquer lorsqu'un camarade fait une erreur. J'ai pu compliquer quelque peu les calculs donnés en intégrant des nombres plus grands ainsi que davantage de divisions. J'ai décidé de tenir une liste de classe avec les élèves interrogés avec un signe différent s'ils répondaient juste ou pas afin de ne pas oublier des élèves lors de chaque séance. Le mur n'a pas été construit en entier ; j'ai encore beaucoup interrogé les élèves qui n'étaient pas concentrés. Vu que les calculs étaient prêts à l'avance et que je tenais ma liste d'élèves, j'ai pu choisir l'élève que j'interrogeais en fonction de la difficulté du calcul. En effet, certains

élèves n'avaient, selon moi, pas besoin d'être encore rabaissés par une erreur et pouvaient participer comme les autres en allant de temps en temps dans le mur. J'ai pu également faire un petit moment de mise en commun des stratégies.

Séance 3 : 21 novembre

J'ai choisi pour cette séance de garder la même liste de calcul que la séance précédente, car il y avait eu beaucoup d'erreurs. La séance s'est déroulée normalement; les élèves sont très motivés par cette activité. J'ai par ailleurs remarqué que la plupart des élèves prenaient trop de temps pour répondre aux questions. J'ai dû insister sur le fait de réfléchir à chaque calcul et d'être prêt à répondre rapidement. Un court moment à la fin de la séance a servi à reprendre les calculs ayant provoqué des erreurs. Ces moments sont très courts vu le temps à disposition et assez répétitif, car le thème n'a pas changé du premier rituel. Les élèves ont surtout besoin de s'entraîner et de réviser les livrets, selon moi.

Séance 4 : 28 novembre

Pendant cette cinquième séance, les élèves ont réussi à construire le mur en entier. J'ai dû tout de même aider une élève qui présente beaucoup de difficulté en lui donnant un calcul simple et en l'aidant à le décortiquer. Les autres élèves ont été respectueux et tous étaient très heureux d'avoir construit le mur ensemble. Nous avons pu faire deux fois l'activité, mais la deuxième a duré très peu de temps, car les élèves étaient très excités par leur réussite et donc très peu concentrés.

Séance 5 : 5 décembre

À ce point là de l'activité, la division prend autant de place que la multiplication. Je peux à présent choisir les opérations pour les élèves assez aléatoirement sauf pour deux ou trois élèves qui ont encore beaucoup de lacunes et à qui je donne uniquement des opérations simples comme 20×200 et non pas $27'000 : 30$, qui lui présente des difficultés même pour les élèves ayant de la facilité. Les élèves ont presque réussi à construire le mur en entier. Je trouve qu'ils ont beaucoup de peine à changer leur comportement face à leurs erreurs: beaucoup d'erreurs concernent le manque de concentration et ils n'arrivent toujours pas à réfléchir aux calculs avant de savoir qui va devoir y répondre. Le moment de mise en commun a permis de décortiquer les calculs les plus difficiles comme: $21'000 : 700$, 80×500 , $14'000 : 70$, 700×8 .

Séance 6 : 12 décembre

J'ai commencé la séance par les avertir que s'ils ne répondent pas directement au calcul, ce sera compté comme une erreur, afin de les obliger à penser à la réponse avant que je les

interroge. Les élèves ont donc construit des murs très petits, car ils avaient moins de temps pour réfléchir à la réponse et certains ne respectaient toujours pas la consigne. Cette leçon a permis de faire remarquer, peut-être un peu trop tard aux élèves, que le but n'était pas juste de construire le mur, mais aussi d'exercer le calcul réfléchi à chaque opération proposée. Le moment de mise en commun était très court, car la plupart des erreurs des élèves étaient des sanctions de temps pas respecté!

Séance 7 : 19 décembre

Lors de la dernière séance, j'ai d'abord fait une séance normale du mur, puis donné le post-test aux élèves. Lors de la dernière séance, les élèves ont réussi à construire le mur au dernier essai, mais j'ai été quelque peu indulgente avec l'attente des réponses. Les élèves n'avaient toujours pas vraiment intégré le fait de réfléchir à chaque réponse... Vu que c'était la dernière journée de stage dans cette classe, le temps était compté et j'ai donc eu très peu de temps pour exercer ou faire un dernier retour sur les stratégies ou les calculs difficiles.

9.2 Questionnaire

Questionnaire enseignant 5-8 en maths

Pour notre travail de mémoire, nous avons choisi de travailler sur le calcul réfléchi. Selon nous, le calcul réfléchi n'est pas enseigné suffisamment ni de façon assez diversifiée dans toutes les classes. Notre but sera de démontrer l'importance des rituels en calcul réfléchi sur la participation des élèves en classe. Pour mener à bien notre projet, nous allons mettre en place des rituels dans nos classes de stage et ainsi analyser ce qui se passe grâce à des vidéos.

Les rituels en mathématiques :

Par rituel, nous entendons: une certaine activité d'enseignement de calcul réfléchi mise en place en classe à une certaine fréquence. Pour être considéré comme rituel, il doit être répété pendant un mois au minimum. Exemple: tous les jeudis matins pendant 10 minutes, les élèves répondent oralement à des questions sur les livrets.

1. *J'ai lu et me sens concerné(e) par la définition donnée ci-dessus*

oui

2. *Quel est le degré de votre classe actuelle? (Si vous enseignez dans plusieurs classes, merci d'en choisir une et de répondre à la suite du questionnaire en vous basant sur celle-ci)*

5H

6H

7H

8H

Pour la suite du questionnaire, merci de penser à un rituel en particulier que vous aimez utiliser.

3. *À quelle fréquence faites-vous ce rituel ?*

1 fois par semaine

2 fois par semaine

3 fois par semaine

4 fois par semaine

5 fois par semaine

1 fois par mois

2 fois par mois

3 fois par mois

Autre

4. Combien de temps consacrez-vous pour chaque moment? (en minutes)

5. Quelle est la forme de travail utilisée?

- Ecrite
- Orale
- Autre

6. Quelle forme sociale de travail est utilisée?

- Individuelle
- Collective
- En binôme
- Par groupe
- Autre

7. Quel(s) matériel(s) est/sont utilisé(s)?

8. Merci de nous expliquer ci-dessous le déroulement du rituel auquel vous avez pensé en répondant à ce questionnaire. (Ceci afin que nous puissions éventuellement l'utiliser dans notre classe)

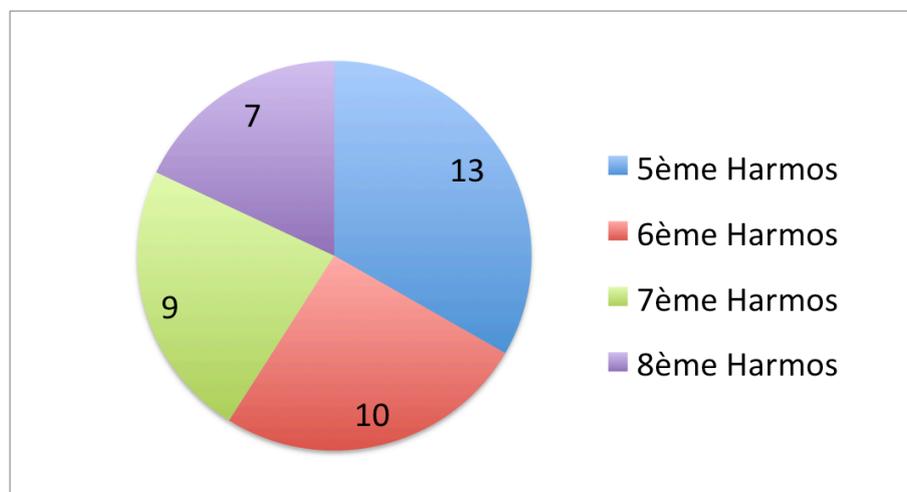
9. Acceptez-vous d'être recontacté(e) au cas nous avons besoin de plus de précisions ?

- Oui
- Non

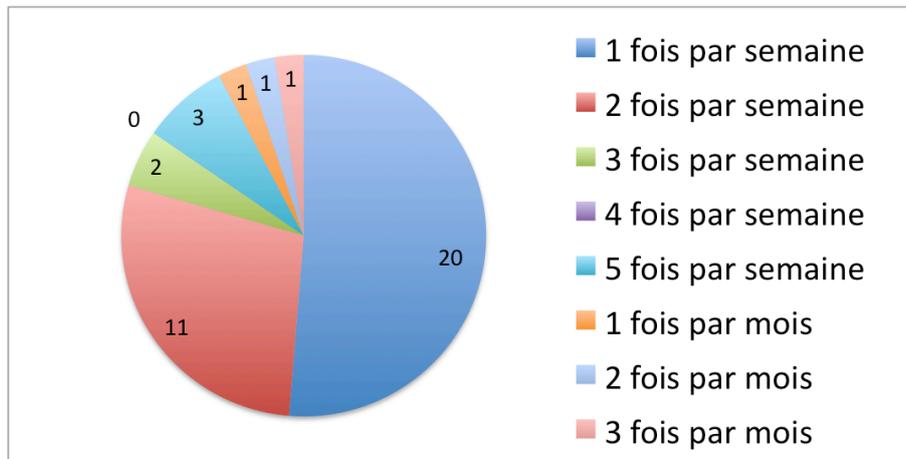
10. Si oui, merci de nous donner votre adresse email:

9.3 Analyse des questionnaires

2. Quel est le degré de votre classe actuelle? (Si vous enseignez dans plusieurs classes, merci d'en choisir une et de répondre à la suite du questionnaire en vous basant sur celle-ci)



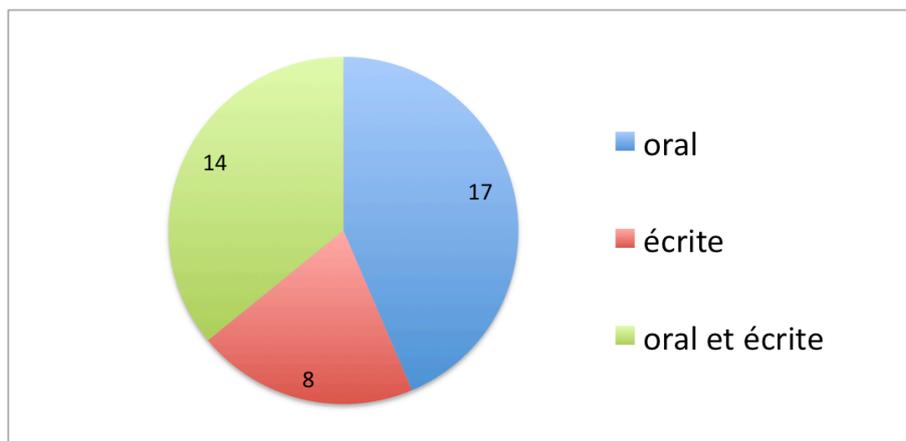
3. Pour la suite du questionnaire, merci de penser à un rituel en particulier que vous aimez utiliser. À quelle fréquence faites-vous ce rituel ?



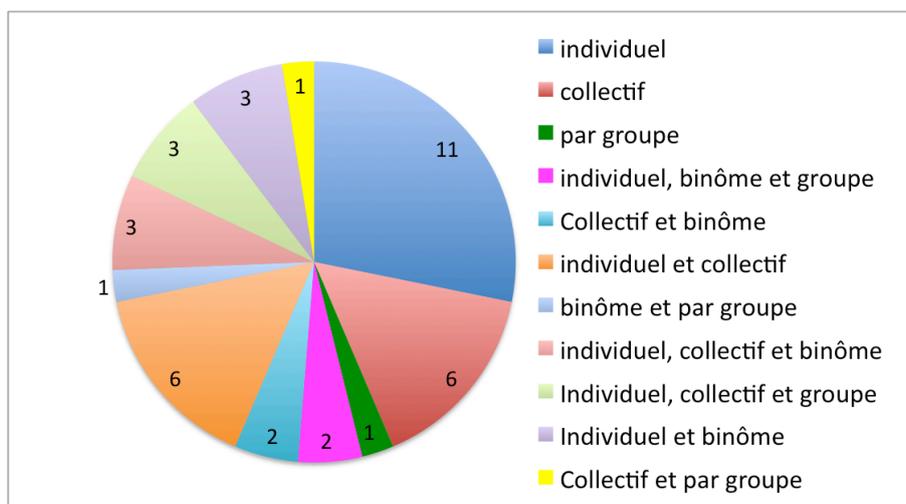
4. Combien de temps consacrez-vous pour chaque moment? (en minutes)

Nous avons calculé une moyenne de 12 minutes.

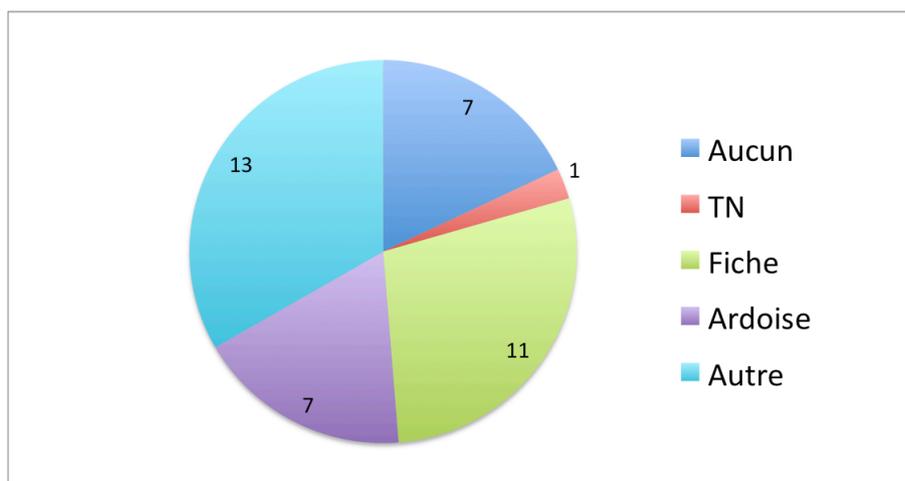
5. Quelle est la forme de travail utilisée?



6. Quelle forme sociale de travail est utilisée?



7. Quel(s) matériel(s) est/sont utilisé(s)?



8. Merci de nous expliquer ci-dessous le déroulement du rituel auquel vous avez pensé en répondant à ce questionnaire. (Ceci afin que nous puissions éventuellement l'utiliser dans notre classe)

Pour l'analyse de cette question, nous avons défini 5 catégories : mur, fiche, autres, cartes, oral que nous expliquons ci-dessous:

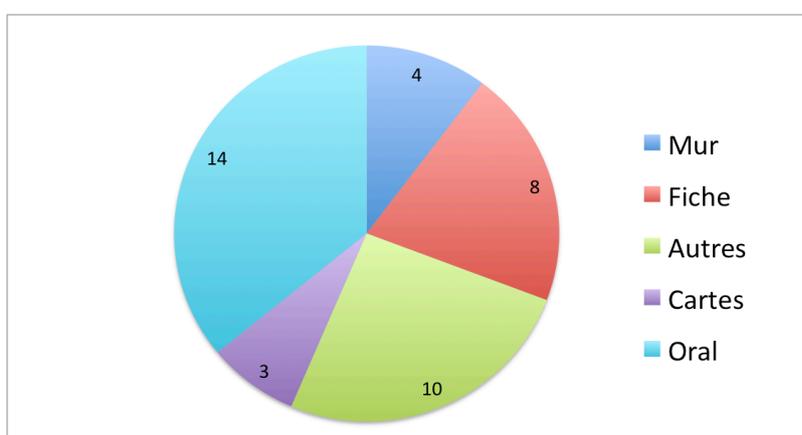
Mur : Le jeu du mur a été expliqué plusieurs fois dans le questionnaire, c'est pourquoi nous en avons fait une catégorie.

Fiche : Plusieurs enseignants travaillent le calcul réfléchi avec des listes de calculs sur des fiches ou dans un cahier, les élèves doivent répondre au calcul, souvent dans un temps donné voire avec comme objectif de répondre le plus vite possible aux questions.

Cartes : Plusieurs enseignants travaillent avec des cartes qu'ils ont soit conçues eux-mêmes, soit celles proposées par la CADEV.

Oral : Cette catégorie regroupe tout ce qui est fait uniquement oralement en classe.

Autres : regroupe tout le reste dont les réponses pas vraiment développées.



Sur la base de ce questionnaire, nous avons remarqué les statistiques suivantes:

- Plus de la moitié des enseignants mettent en place leur rituel qu'une seule fois par semaine.
- La durée moyenne de ces moments est de 12 minutes.
- Un peu moins de la moitié des enseignants utilise uniquement une forme de travail orale et n'utilise aucun matériel.

Nous avons ainsi décidé de choisir des rituels oraux et collectifs qui ne demandent pas de matériel spécifique. Nous avons aussi choisi de suivre les statistiques en ne mettant en place le rituel défini qu'une seule fois par semaine pendant 15 minutes.

Nos 2 rituels :

Après l'analyse des questionnaires, nous avons sélectionné deux rituels proposés par des enseignants. Le premier, le "mur" a été proposé plusieurs fois dans les réponses et une d'entre nous l'avait déjà vu en stage. Ce rituel consiste à donner un calcul oralement, laisser le temps aux élèves de trouver la réponse puis interroger un élève. Si sa réponse est correcte, il se place devant la porte et commence à former le "mur". L'enseignant donne alors un nouveau calcul et interroge un autre élève. S'il répond correctement, il se place debout derrière le premier élève. Si sa réponse est erronée, il reste à sa place. Ainsi de suite, jusqu'à ce que l'enseignant décide d'interroger un élève qui se trouve dans le "mur". Si celui-ci répond faux, le mur s'effondre et tout le monde retourne à sa place. Si l'élève n'a pas entendu le calcul, même conséquence, le mur s'effondre. S'il répond correctement, le jeu continue. L'enseignant peut interroger à tout moment les élèves du mur, pour qu'ils restent concentrés et se sentent concernés par le jeu. Le but est que tous les élèves de la classe se retrouvent dans le mur. Nous avons choisi ce rituel, car il comprend des aspects de coopération et de collaboration en plus du calcul réfléchi. Chaque élève doit être prêt à être interrogé à n'importe quel moment et ils seront donc amenés à être attentifs et à résoudre tous les calculs dans leur tête. Ce rituel est également bon pour la gestion de classe et renforce le sentiment d'appartenance à un groupe. La difficulté de ce rituel est tout d'abord d'en expliquer ses règles puis de faire comprendre aux élèves qu'ils sont un groupe classe et que le but est qu'ils y arrivent tous ensemble. Il est donc interdit de médire ou râler sur un camarade qui a fait une erreur.

Le deuxième rituel sélectionné est celui de la suite-en-tête. Nous nous sommes inspirées de propositions dans les réponses des questionnaires pour mettre en place cette activité. Cette dernière consiste à donner une suite de calculs aux élèves qu'ils doivent résoudre dans leur tête, sans rien écrire. Les élèves écrivent uniquement leur réponse sur une ardoise et la lèvent

en direction de l'enseignante. Ce rituel permet de travailler les résolutions de calculs complètement réfléchis. Il demande beaucoup de concentration aux élèves et également une bonne visualisation des nombres dans leur tête. Nous pensons l'adapter selon le niveau des élèves et selon le genre de calcul ainsi que l'accompagner de discussion sur les stratégies pour améliorer la résolution réfléchie de calculs.

9.4 Résultats – Le mur

9.4.1 Résultats classe A

Prénom	Total pré-test (22pts)	Total post-test (22pts)	Progrès	Total
Élève 1	11	19	+ 8	Oui
Élève 2	12	13	+ 1	Oui
Élève 3	21	22	+ 1	Oui
Élève 4	21	22	+ 1	Oui
Élève 5	12	22	+ 10	Oui
Élève 6	10	21	+ 11	Oui
Élève 7	11	22	+ 11	Oui
Élève 8	21	22	+ 1	Oui
Élève 9	15	20	+ 5	Oui
Élève 10	21	20	- 1	Non
Élève 11	21	21	=	=
Élève 12	20	22	+ 2	Oui
Élève 13	19	21	+ 2	Oui
Élève 14	16	21	+ 5	Oui
Élève 15	20	21	+ 1	Oui
Élève 16	22	22	=	=
Élève 17	20	20	=	=
Élève 18	22	22	=	=
Élève 19	14	20	+ 6	Oui
Total	329	393		
Moyenne	16,45	19,65	+ 3,36	

9.4.2 Résultats classe B

Prénom	Total pré-test (20pts)	Total post-test (20pts)	Progrès	Total
Élève A	16	18	+ 2	Oui
Élève B	20	19	- 1	Non
Élève C	17	19	+ 2	Oui
Élève D	16	-	-	-
Élève E	12	16	+ 4	Oui
Élève F	17	14	- 3	Non
Élève G	17	18	+ 1	Oui
Élève H	16	18	+ 2	Oui
Élève I	17	19	+ 2	Oui
Élève J	19	19	=	=
Élève K	19	17	+ 2	Oui
Élève L	1	9	+ 8	Oui
Élève M	19	19	=	=
Élève N	18	17	- 1	Non
Élève O	17	18	+ 1	Oui
Élève P	20	20	=	=
Élève Q	11	10	- 1	Non
Élève R	20	-	-	-
Élève S	11	13	+ 2	Oui
Total	303	283		
Moyenne	15,95	16,64	+ 1.18	

9.5 Résultats – La suite-en-tête

9.5.1 Résultats classe B

Prénom	Total pré-test (20pts)	Total post-test (20pts)	Progrès	Total
Élève A	10	6	- 4	Non
Élève B	18	18	=	=
Élève C	19	19	=	=
Élève D	11	11	=	=
Élève E	6	9	+ 3	Oui
Élève F	7	9	+ 2	Oui
Élève G	11	13	+ 2	Oui
Élève H	13	16	+ 3	Oui
Élève I	13	14	+ 1	Oui
Élève J	19	20	+ 1	Oui
Élève K	12	14	+ 2	Oui
Élève L	0	2	+ 2	Oui
Élève M	13	17	+ 4	Oui
Élève N	18	19	+ 1	Oui
Élève O	11	14	+ 3	Oui
Élève P	20	19	- 1	Non
Élève Q	4	4	=	=
Élève R	20	20	=	=
Élève S	3	8	+ 5	Oui
Total	228	252		
Moyenne	12	13,26	+ 1.26	

9.5.2 Résultats Classe A

Prénom	Total pré-test (7pts)	Total post-test (7pts)	Progrès	Total
Élève 1	2	4	+ 2	oui
Élève 2	1	4	+ 2	oui
Élève 3	4	7	+ 3	oui
Élève 4	5	7	+ 2	oui
Élève 5	2	6	+ 4	oui
Élève 6	0	-	-	-
Élève 7	4	6	+ 2	oui
Élève 8	5	6	+ 1	oui
Élève 9	1	5	+ 4	oui
Élève 10	6	7	+ 1	oui
Élève 11	6	7	+ 1	oui
Élève 12	4	7	+ 3	oui
Élève 13	2	7	+ 5	oui
Élève 14	4	6	+ 2	oui
Élève 15	1	2	+ 1	oui
Élève 16	5	5	=	=
Élève 17	6	7	+ 1	oui
Élève 18	6	7	+ 1	oui
Élève 19	3	5	+ 2	oui
Élève 20	2	5	+ 3	oui
Total	69	110		
Moyenne	3,45	5,78	+ 2.05	

9.6 Traces des élèves

9.6.1 Le Mur : Pré-test, Classe A

Prénom :

15 / 22pts

5'

Les compléments à 100

- 1) $50 + 50 = 100$
- 2) $70 + 30 = 100$
- 3) $20 + 80 = 100$
- 4) $40 + 60 = 100$
- 5) $30 + 70 = 100$
- 6) $40 + 60 = 100$
- 7) $90 + 10 = 100$
- 8) $20 + 80 = 100$
- 9) $5 + 95 = 100$
- 10) $4 + 96 = 100$
- 11) $23 + 77 = 100$
- 12) $79 + 29 = 100$ ✗
- 13) $48 + 52 = 100$
- 14) $45 + 65 = 100$ ✗
- 15) $67 + 19 = 100$ ✗
- 16) $65 + 35 = 100$
- 17) $69 + 31 = 100$
- 18) $30 + 70 + 10 = 100$ ✗
- 19) $18 + 75 + 60 = 100$ ✗
- 20) $..... + 53 + 12 = 100$ ✗
- 21) $25 + 31 + = 100$ ✗
- 22) $59 + 35 + 6 = 100$

5'

Prénom :

16 / 22pts

5'

Les compléments à 100

- 1) $50 + 50 = 100$
- 2) $70 + 30 = 100$
- 3) $20 + 80 = 100$
- 4) $40 + 60 = 100$
- 5) $30 + 70 = 100$
- 6) $40 + 60 = 100$
- 7) $90 + 10 = 100$
- 8) $20 + 80 = 100$
- 9) $5 + 95 = 100$
- 10) $4 + 96 = 100$
- 11) $23 + 77 = 100$
- 12) $79 + 31 = 100$ ✗
- 13) $58 + 52 = 100$ ✗
- 14) $45 + 65 = 100$ ✗
- 15) $89 + 19 = 100$ ✗
- 16) $65 + 35 = 100$
- 17) $69 + 31 = 100$
- 18) $30 + 60 + 10 = 100$
- 19) $18 + 22 + 60 = 100$
- 20) $35 + 53 + 12 = 100$
- 21) $25 + 31 + = 100$ ✗
- 22) $59 + + 6 = 100$ ✗

9.6.2 Le Mur : Post-test, Classe A

Prénom :

21 / 22 pts

Les compléments à 100

- 1) $50 + \underline{50} = 100$
- 2) $70 + \underline{30} = 100$
- 3) $\underline{20} + 80 = 100$
- 4) $\underline{40} + 60 = 100$
- 5) $30 + \underline{70} = 100$
- 6) $40 + \underline{60} = 100$
- 7) $\underline{90} + 10 = 100$
- 8) $20 + \underline{80} = 100$
- 9) $5 + \underline{95} = 100$
- 10) $\underline{4} + 96 = 100$
- 11) $23 + \underline{77} = 100$
- 12) $79 + \underline{21} = 100$
- 13) $\underline{48} + 52 = 100$
- 14) $45 + \underline{55} = 100$
- 15) $\underline{81} + 19 = 100$
- 16) $\underline{65} + 35 = 100$
- 17) $69 + \underline{31} = 100$
- 18) $30 + \underline{60} + 10 = 100$
- 19) $18 + \underline{22} + 60 = 100$
- 20) $\underline{45} + 53 + 12 = 100$ ✗
- 21) $25 + 31 + \underline{44} = 100$
- 22) $59 + \underline{45} + 6 = 100$ ✗

Prénom :

20 / 22 pts

Les compléments à 100

- 1) $50 + \underline{50} = 100$
- 2) $70 + \underline{30} = 100$
- 3) $\underline{20} + 80 = 100$
- 4) $\underline{40} + 60 = 100$
- 5) $30 + \underline{70} = 100$
- 6) $40 + \underline{60} = 100$
- 7) $\underline{90} + 10 = 100$
- 8) $20 + \underline{80} = 100$
- 9) $5 + \underline{95} = 100$
- 10) $\underline{4} + 96 = 100$
- 11) $23 + \underline{77} = 100$
- 12) $79 + \underline{21} = 100$
- 13) $\underline{48} + 52 = 100$
- 14) $45 + \underline{55} = 100$
- 15) $\underline{81} + 19 = 100$
- 16) $\underline{65} + 35 = 100$
- 17) $69 + \underline{31} = 100$
- 18) $30 + \underline{60} + 10 = 100$
- 19) $18 + \underline{82} + 60 = 100$ ✗
- 20) $\underline{35} + 53 + 12 = 100$
- 21) $25 + 31 + \underline{34} = 100$ ✗
- 22) $59 + \underline{35} + 6 = 100$

9.6.3 Le Mur : Pré-test, Classe B

6'

Prénom :

Calcul réfléchi

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| ○ $420'000 : 7 = 60'000$ | ○ $30 \times 70 = 2'100$ |
| ○ $500 \times 9 = 4'500$ | ○ $9'000 \times 20 = 180'000$ |
| ○ $240 : 3 = 80$ | ○ $480 : 8 = 60$ |
| ○ $400'000 \times 100 = 40'000'000$ | ○ $40'000 : 1 = 40'000$ |
| ○ $12 \times 122 = 1'440$ | ○ $5'000 \times 10 = 50'000$ |
| ○ $1200 : 200 = 6$ | ○ $7'000 \times 500 = 3'500'000$ |
| ○ $8 \times 7'000 = 56'000$ | ○ $5'000'000 \times 40 = 200'000'000$ |
| ○ $2'000 \times 1'000 = 2'000'000$ | ○ $1210 : 11 = 110$ |
| ○ $1'000 : 10 = 100$ | ○ $810'000 : 9 = 90'000$ |
| ○ $30 \times 9'000 = 270'000$ | ○ $60 \times 40 = 2400$ |

17/20

7'

Prénom :

Calcul réfléchi

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| ○ $420'000 : 7 = 60'000$ | ○ $30 \times 70 = 2'100$ |
| ○ $500 \times 9 = 4'500$ | ○ $9'000 \times 20 = 180'000$ |
| ○ $240 : 3 = 80$ | ○ $480 : 8 = 60$ |
| ○ $400'000 \times 100 = 40'000'000$ | ○ $40'000 : 1 = 40'000$ |
| ○ $12 \times 120 = 1'440$ | ○ $5'000 \times 10 = 50'000$ |
| ○ $1200 : 200 = 6$ | ○ $7'000 \times 500 = 3'500'000$ |
| ○ $8 \times 7'000 = 56'000$ | ○ $5'000'000 \times 40 = 200'000'000$ |
| ○ $2'000 \times 1'000 = 2'000'000$ | ○ $1210 : 11 = 110$ |
| ○ $1'000 : 10 = 100$ | ○ $810'000 : 9 = 90'000$ |
| ○ $30 \times 9'000 = 270'000$ | ○ $60 \times 40 = 2400$ |

16/20

9.6.4 Le Mur : Post-test, Classe B

Prénom :

Calcul réfléchi

- $420'000 : 7 = 60'000$
- $500 \times 9 = 4500$
- $240 : 3 = 80$
- $400'000 \times 100 = 400'000'000$
- $12 \times 120 = 1'440$
- $1200 : 200 = 6$
- $8 \times 7'000 = 210'000$
- $2'000 \times 1'000 = 2'000'000$
- $1'000 : 10 = 100$
- $30 \times 9'000 = 270'000$
- $30 \times 70 = 2100$
- $9'000 \times 20 = 180'000$
- $480 : 70 = 60$
- $40'000 : 1 = 40'000$
- $5'000 \times 10 = 50'000$
- $7'000 \times 500 = 350'000$
- $5'000'000 \times 40 = 200'000'000$
- $1210 : 11 = 110$
- $810'000 : 9 = 200'000$
- $60 \times 40 = 2400$

16/20

Prénom :

Calcul réfléchi

- $420'000 : 7 = 60'000$
- $500 \times 9 = 4500$
- $240 : 3 = 80$
- $400'000 \times 100 = 400'000'000$
- $12 \times 120 = 1'440$
- $1200 : 200 = 6$
- $8 \times 7'000 = 54'000$
- $2'000 \times 1'000 = 2'000'000$
- $1'000 : 10 = 100$
- $30 \times 9'000 = 270'000$
- $30 \times 70 = 3700$
- $9'000 \times 20 = 180'000$
- $480 : 8 = 60$
- $40'000 : 1 = 40'000$
- $5'000 \times 10 = 50'000$
- $7'000 \times 500 = 350'000$
- $5'000'000 \times 40 = 200'000'000$
- $1210 : 11 = 110$
- $810'000 : 9 = 200'000$
- $60 \times 40 = 2400$

17/20

9.6.5 La Suite-en-tête : Pré-test, Classe B

Prénom :

Calcul réfléchi

- o $8 \times \underline{8000} = 64'000$
- o $500 : 10 = \underline{50}$
- o $1'800 : \underline{20} = 90$
- o $360 : 40 = \underline{90}$
- o $12 \times \underline{120} = 1'440$
- o $11 \times 700 = \underline{77000}$
- o $8 \times 7'000 = \underline{56000}$
- o $2'000 \times 1'000 = \underline{2'000'000}$
- o $420 : \underline{60} = 7$
- o $30 \times 9'000 = \underline{270000}$
- o $5'600 : 70 = \underline{80}$
- o $8'400 : \underline{70} = 1'200$
- o $1100 : \underline{100} = 10$
- o $18'000 : 30 = \underline{60}$
- o $400 \times \underline{30} = 12'000$
- o $400 : 5 = \underline{50}$
- o $5'000'000 \times 40 = \underline{200'000'000}$
- o $1210 : 11 = \underline{110}$
- o $280 : 40 = \underline{70}$
- o $40 : \underline{4} = 8$

Prénom :

Calcul réfléchi

- o $8 \times \underline{8000} = 64'000$
- o $500 : 10 = \underline{50}$
- o $1'800 : \underline{3} = 900$
- o $360 : 40 = \underline{9}$
- o $12 \times \underline{120} = 1'440$
- o $11 \times 700 = \underline{7700}$
- o $8 \times 7'000 = \underline{56000}$
- o $2'000 \times 1'000 = \underline{2'000'000}$
- o $420 : \underline{60} = 7$
- o $30 \times 9'000 = \underline{180'000}$
- o $5'600 : 70 = \underline{80}$
- o $8'400 : \underline{700} = 1'200$
- o $1100 : \underline{10} = 10$
- o $18'000 : 30 = \underline{600}$
- o $400 \times \underline{30} = 12'000$
- o $400 : 5 = \underline{80}$
- o $5'000'000 \times 40 = \underline{200'000'000}$
- o $1210 : 11 = \underline{110}$
- o $280 : 40 = \underline{70}$
- o $40 : \underline{4} = 8$

9.6.6 La Suite-en-tête : Post-test, Classe B

Calcul réfléchi

Prénom :

7'

- $8 \times \underline{8'000} = 64'000$
- $500 : 10 = \underline{5'000}$
- $1'800 : \underline{2} = 900$
- $360 : 40 = \dots\dots\dots$
- $12 \times \dots\dots\dots = 1'440$
- $11 \times 700 = \underline{7'700}$
- $8 \times 7'000 = \underline{56'000}$
- $2'000 \times 1'000 = \underline{2'000'000}$
- $420 : \dots\dots\dots = 7$
- $30 \times 9'000 = \underline{300'000}$
- $5'600 : 70 = \dots\dots\dots$
- $8'400 : \dots\dots\dots = 1'200$
- $1100 : \dots\dots\dots = 10$
- $18'000 : 30 = \dots\dots\dots$
- $400 \times \underline{3} = 12'000$
- $400 : 5 = \underline{200}$
- $5'000'000 \times 40 = \underline{200'000'000}$
- $1210 : 11 = \dots\dots\dots$
- $280 : 40 = \underline{7}$
- $40 : \dots\dots\dots = \underline{8}$

Calcul réfléchi

Prénom :

7'

- $8 \times \underline{800} = 64'000$
- $500 : 10 = \underline{50}$
- $1'800 : \underline{2} = 900$
- $360 : 40 = \underline{9}$
- $12 \times \underline{120} = 1'440$
- $11 \times 700 = \underline{7'700}$
- $8 \times 7'000 = \underline{56'000}$
- $2'000 \times 1'000 = \underline{2'000'000}$
- $420 : \underline{60} = 7$
- $30 \times 9'000 = \underline{270'000}$
- $5'600 : 70 = \underline{80}$
- $8'400 : \underline{7} = 1'200$
- $1100 : \underline{110} = 10$
- $18'000 : 30 = \underline{600}$
- $400 \times \underline{3} = 12'000$
- $400 : 5 = \underline{80}$
- $5'000'000 \times 40 = \underline{200'000'000}$
- $1210 : 11 = \underline{110}$
- $280 : 40 = \underline{7}$
- $40 : \underline{5} = 8$

9.6.7 La Suite-en-tête : Pré-test, Classe A

15 novembre 2016 Prénom : ..

Test calcul

2/7

1) 60 35 7 8 x

2) 28 30 10 6 48 ✓

3) 36 6 24 21 3 ✓

4) 8 56 366 ? x

5) 20 10 80 8 ? x

6) 100 600 250 150 450 90 x

7) 40 66 60 60 x

15 novembre 2016 Prénom : ..

Test calcul

3/7

1) 60 45 9 10 ✓

2) 28 30 10 6 54 x

3) 36 6 24 21 3 ✓

4) 8 56 36 6 81 9 ✓

5) ✓

6) 100 600 150 x

7) x

9.6.8 La Suite-en-tête : Post-test, Classe A

Prénom :

5/7

Test calcul

- 1) 60 | 45 | 9 | 10 | (10) ✓
- 2) 28 | 30 | 10 | 6 |
- 3) 36 | 6 | 24 | 13 | (3) ✓
- 4) 8 | 56 | 36 | 6 | 81 | 9 | 9 ✓
- 5) 50 | 5 | 40 | 42 | 16 | 10 | 4 |
- 6) 100 | 600 | 150 | 15 | 45 | 9 | 104 ✓
- 7) 25 | 51 | 45 | (3) ✓

Prénom :

6/7

Test calcul

- 1) 60 45 9 (70) ✓
- 2) 28 30 10 6 (46) ✗
- 3) 36 6 24 27 (3) ✓
- 4) 8 56 36 6 81 (9) ✓
- 5) 50 5 40 42 6 (703) ✓
- 6) 100 600 150 15 45 (9) ✓
- 7) 25 57 45 (3) ✓

Résumé

Comment le calcul réfléchi est-il mis en place dans les classes ? Comment mettre en place des rituels de calcul réfléchi ? Quel rituel pourrait être efficace pour travailler le calcul réfléchi ? Quels impacts ont les rituels sur les compétences en calcul réfléchi des élèves ? Toutes ces questions nous ont amenées à la problématique finale suivante : « Dans quelle mesure un rituel de mathématiques par semaine améliore les compétences préalables des élèves en calcul réfléchi ? ». Nous avons donc choisi un axe de recherche qui permet d'observer la progression des élèves, après avoir mis en place un rituel de calcul réfléchi.

Le thème principal de notre travail concerne donc le calcul réfléchi. Ce thème nous intéressait particulièrement, car nous avons à plusieurs reprises, lors de notre formation pratique et théorique à la HEP, pu observer que c'était une compétence primordiale pour développer les compétences mathématiques générales des élèves. En effet, le calcul réfléchi permet aux élèves d'intégrer des stratégies de calcul. Celles-ci pourront donc être réinvesties dans plusieurs situations mathématiques par la suite.

Notre travail s'est déroulé en plusieurs étapes. Tout d'abord, nous avons élaboré un questionnaire destiné à des enseignants pour qu'ils nous partagent leurs habitudes de rituels de calcul réfléchi. Ceci afin d'en sélectionner deux, dans le but de les mettre en place dans nos classes de stage. Puis, nous avons choisi les notions mathématiques que nous souhaitions travailler avec nos élèves lors de ces rituels. Nous avons ensuite élaboré un test que nous avons fait passer avant la mise en place du rituel ainsi qu'après. Grâce à celui-ci, nous avons pu observer la progression de chaque élève. Les deux rituels ont été expérimentés dans chacune des deux classes en alternance. Ce dispositif nous a permis de faire évoluer les rituels avant de les exercer dans la seconde classe. Pour terminer, nous avons analysé les erreurs des élèves afin d'observer leur progression et, par conséquent, l'efficacité du rituel. Nous avons également pris en compte dans notre analyse certains autres facteurs comme l'âge, l'année scolaire des élèves ainsi que leur milieu socio-économique. Nous vous invitons à prendre connaissance plus en détail de notre travail de mémoire pour découvrir les résultats de notre recherche.

Mots-clés : mathématiques calcul réfléchi rituel
compétences progression analyse d'erreurs