

Table des matières

1. Introduction	p. 3
2. Choix de ma problématique et du jeu	p. 4
3. Ma méthodologie	p. 8
4. Choix de la séquence	p. 11
5. Planification	p. 13
6. Cadre théorique	p. 16
7. Analyse de mon enseignement	
7.1 Concepts mathématiques	p. 20
7.2 Concepts d'enseignement	p. 25
8. Conclusion	p. 32
9. Bibliographie	p. 35
10. Remerciements	p. 37
11. Annexes	p. 38

1. Introduction

« Le calcul mental est aussi un outil pour le calcul posé. »

(Licitri et Gaspard, 2008, p.1)

Je m'intéresse à l'enseignement des mathématiques au cycle 2. Plus précisément, mon choix s'est porté sur l'enseignement de procédures en calcul réfléchi, un outil de calcul à promouvoir et à insérer dans les routines de classe. J'ai sélectionné dans le champ du calcul oral et écrit : l'addition et la soustraction. J'illustre ces opérations avec un jeu nommé *La clé des chiffres*, qui consiste à placer les termes du calcul dans une figure géométrique.

Je souhaite faire acquérir aux élèves des compétences en calcul réfléchi, car je constate que cet enseignement est souvent mis de côté au profit du calcul écrit : les fameux algorithmes en colonne. L'ampleur des objectifs d'apprentissage à atteindre durant le cycle 2 pousse les enseignants à délaisser cette partie du programme considérée comme secondaire. En fin de ce cycle, les élèves n'ont donc pas forcément acquis des procédures personnelles de résolution de calcul qui utilisent leurs répertoires mémorisés, les propriétés et priorités des opérations.

S'agissant de mes propres procédures, je constate qu'elles ne sont pas efficaces. J'ai effectivement peu entraîné le calcul réfléchi à l'école, sauf dans la restitution des répertoires automatisés, comme les livrets. Je souhaite donc inverser la tendance et montrer aux élèves comment un jeu peut les aider à s'améliorer en calcul réfléchi.

Dans ce but, j'ai créé une séquence en mathématiques sur le calcul réfléchi où les élèves ont à résoudre des situations-problèmes composées d'additions à 3 termes. L'enseignant présente à chaque leçon une situation qui oriente vers une procédure de calcul différente. A la fin de la séquence, les élèves se sont assez exercés pour déterminer leurs procédures personnelles de résolution d'une opération arithmétique. Ils sont également mis dans un processus métacognitif pour les faire réfléchir à leurs stratégies de calcul, aux propriétés de l'addition, à leur niveau et au but qu'ils aimeraient se fixer.

Cette séquence mathématique fait partie de ma recherche-action, car je l'ai enseignée à des élèves de 8p, âgés de 11 à 12 ans, qui correspond à la dernière année du cycle 2. A la fin de ma séquence sur le calcul réfléchi, j'ai constitué avec eux un portfolio de toutes les traces de leurs réflexions et résolutions de calcul. Ce dossier d'apprentissages les aide à évaluer là où ils en sont et où ils veulent aller. Il m'a permis d'analyser leurs traces et de me rendre compte de l'efficacité de ma séquence d'enseignement. J'ai construit cette démarche de recherche-action parce que je souhaite utiliser la séquence construite tout au long de ma carrière.

En bref, vous trouverez dans mon mémoire les intentions de ma recherche-action, la description du jeu russe *La clé des chiffres*, ma séquence d'enseignement et sa planification. Ensuite, le chapitre 6 présente le cadre théorique qui a guidé l'analyse des traces des élèves constituant le portfolio. Enfin, les fiches supports à la résolution de calcul et à la métacognition créées pour constituer le portfolio se trouvent dans les annexes du mémoire.

2. Choix de ma problématique et du jeu

Mon but est d'aider les élèves à s'améliorer en calcul réfléchi. Effectivement, je trouve qu'à l'école primaire on a tendance à trop donner d'importance aux calculs écrits : les « fameux » algorithmes en colonne, comme illustré ci-dessous :

$$\begin{array}{r}
 \overset{11}{326} \\
 + 584 \\
 \hline
 910
 \end{array}$$

$\downarrow$ unités
 $\downarrow$ dizaines
 $\downarrow$ centaines

J'ai constaté dans ma pratique, que le calcul réfléchi est peu mis en avant. Effectivement, l'utilisation des cahiers de calcul (2009, DECS Valais) est rare, elle se fait durant toute l'année quand il reste du temps. Il est vrai que le calcul réfléchi n'est pas un des thèmes imposés durant l'année scolaire. Il est donc relégué à un statut secondaire. Selon moi, plusieurs facteurs peuvent expliquer cette dévalorisation :

- pression sociale de la société
- absence de calcul réfléchi dans les livres d'élève
- valorisation des calculs en colonne
- pression des autres enseignants et des parents

Le calcul réfléchi permet : « le développement des capacités de raisonnement des élèves » (cahier de calcul de 8H, 2009, p.13). Il s'oppose donc à l'utilisation des répertoires mémorisés par les enfants. Les répertoires mémorisés sont, selon le Plan d'études romand (MSN 23), additif, soustractif et multiplicatif, ainsi que les compléments à 10. Ce sont des résultats automatisés que les élèves récitent par cœur et qui sont surtout immédiatement disponibles. Ces résultats connus seront des soutiens au raisonnement des enfants lors de la résolution de problèmes ou lors de la recherche du résultat d'une opération.

Gaspard et Licitri (2008) nous définissent le calcul mental comme : « L'expression calcul mental signifie qu'entre l'énoncé du problème et l'énoncé du résultat, on renonce à utiliser une opération posée. » (p.1) Ils insistent sur la différence entre calcul réfléchi et automatisé, en remarquant, qu'ils sont des outils pour le calcul posé :

Il faut distinguer ce qu'il faut mémoriser ou automatiser (les tables, [...]) et ce qu'il faut être capable de reconstruire (ce qui relève du calcul réfléchi) ; idée de rendre plus simple un calcul en procédant par étapes plus nombreuses mais en s'appuyant sur ce qui est connu. (ibid. p.1)

Dans le calcul réfléchi, un choix de procédures devra être fait selon « ses possibilités de mémorisation, ses habitudes, ses connaissances » (ibid. p.1) ; il sera valorisé pour atteindre un résultat correct et non rapide.

Le calcul réfléchi, tout comme le calcul posé ont deux fonctions, sociale et pédagogique. La première concerne les calculs dans la vie courante pour estimer ou vérifier un résultat (somme, différence, quotient). La seconde concerne l'apprentissage des opérations qui « se rapporte à la compréhension et à la maîtrise des notions enseignées » (p.13 ibid.) nous dit le cahier de calcul de 8p. Gaspard et Licitri (2008) nous énoncent ainsi les 5 bénéfices du calcul réfléchi :

Le calcul mental habitue les élèves à utiliser différentes manières d'exprimer le même nombre.

Il fait fonctionner les propriétés des opérations et en assure une première compréhension.

Il aide au maniement des notions mathématiques.

Acquérir le sens des opérations.

Il aide à l'apprentissage des techniques écrites. (p.2)

En s'appuyant sur des procédures, l'enfant se rend ainsi compte de la notion d'ordre de grandeur pour résoudre son calcul. Je n'utilise pas l'expression de calcul mental, car un calcul réfléchi complexe requiert parfois de noter quelques résultats calculés de tête, avec la procédure de décomposition notamment. Effectivement, face à un calcul dont les termes sont $626 + 515 + 774$, il est parfois utile de poser plusieurs résultats intermédiaires.

Je souhaite développer des compétences de calcul réfléchi chez mes élèves grâce à un jeu. Deux influences poussent les enseignants à jouer à l'école selon Musset et Thibert (2009) :

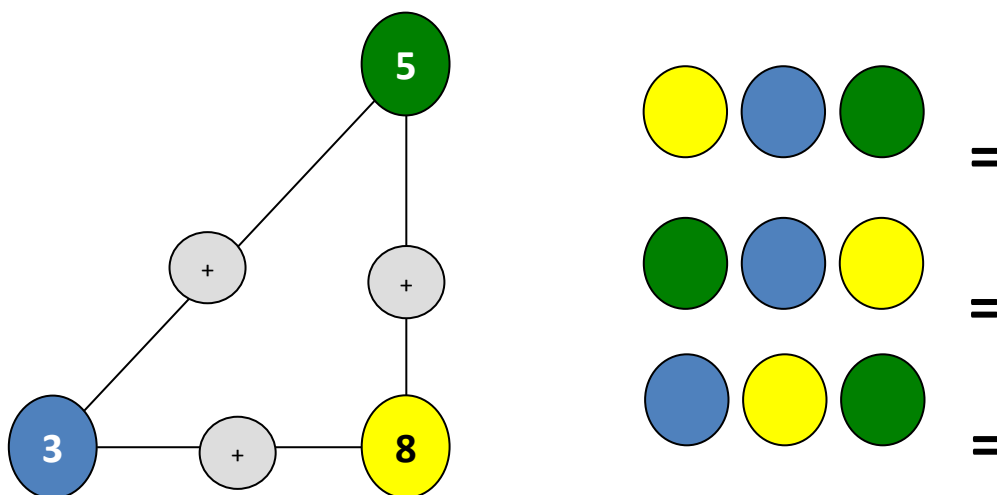
« l'impact positif du jeu sur la motivation et sur les apprentissages » (p.1). Ils nomment même le jeu : « levier aux apprentissages » (p.1). Le terme anglais auquel ils se rapportent est celui de *game* : « une situation encadrée dont l'issue est connue (un gagnant, une réalisation, etc.) » (p.2), qui s'oppose au terme *play* « jeu libre, sans contrainte, dont l'issue est inconnue » (ibid.)

Musset et Thibert (2009) nous disent à ce sujet, que le jeu est caractérisé par « la présence d'une décision : non seulement celle de jouer ou d'entrer dans le jeu, mais le fait que le jeu n'est pas qu'une succession de décisions [...] » (p.2)

L'élève prendra une posture d'actant durant le jeu, il y changera à plusieurs reprises de décisions, ce qui va modifier ses connaissances. Une amélioration de celles-ci explicite un apprentissage. Brousseau (2002) nous dit que : « L'actant tend à retenir les modifications avantageuses (c'est-à-dire celles qui améliorent le gain et qui minimisent les coûts de ses actions) et à les rechercher. » (p.7).

Ici les trois auteurs font référence aux différents statuts de l'élève : actant, qui suit les règles et veut gagner ; le joueur, qui cherche du plaisir. Ainsi, c'est le joueur qui décide ou non d'entrer et de devenir actant.

C'est pour mettre en place une tâche de calcul réfléchi, que j'ai cherché un jeu. Mon formateur en séminaire de mémoire de 2^{ème} année, à la Haute école pédagogique de Lausanne, m'a parlé d'un jeu qu'il avait vu en Russie dans une classe d'élèves à haut potentiel. Il s'agissait d'utiliser une forme géométrique, comme le carré, le triangle ou le pentagone et d'y mettre un nombre à chaque sommet. Sur chaque côté se situe un opérateur : + / - / x / : . A côté de la forme se trouve les termes de l'opération à calculer en fonction de leurs couleurs. Ce jeu a l'avantage de pouvoir être utilisé dans tous les degrés de la scolarité, car l'ordre de grandeur des nombres et les opérations travaillées sont choisis par l'enseignant selon les prescriptions du Plan d'études romand. M. Dias (2013) a illustré le jeu russe trouvé avec la situation ci-dessous :



J'ai repris ce jeu russe et l'ai nommé *La clé des chiffres*. En effet, le maniement des chiffres dans l'abaque MCDU est la clé pour trouver la somme. J'ai utilisé régulièrement des nombres à 3 chiffres pour m'adapter au domaine numérique de travail de 8p fixé par le Plan d'études romand : nombres naturels jusqu'à 10'000 et nombres rationnels (décimaux). Voici la manière dont j'ai adapté ce jeu dans ma classe de 8p :



Cette photo montre un exemple de situation de calcul proposée aux élèves de 8p. J'ai présenté quatre situations-problèmes sur un tableau noir. J'ai préparé des fiches de couleur plastifiées

pour y écrire les termes des additions. Je les ai mises aux sommets d'un triangle avec des aimants. J'ai rajouté les opérateurs à la main : +. J'ai ensuite positionné la suite des couleurs pour montrer quel chemin les élèves devaient suivre pour trouver la somme. Il s'agit de ma première leçon sur le jeu *La clé des chiffres*.

Dans la situation 1, le calcul à effectuer est : $515 + 774 + 626 =$

Dans la situation 2, le calcul est : $442 + 290 + 958 =$

Dans la situation 3, l'addition présente est : $440 + 565 + 897 =$

Enfin, dans la situation 4, le calcul proposé est : $277 + 444 + 623 =$

3. Ma méthodologie

J'ai mis en place une recherche-action dans ma classe de stage au premier semestre de ma troisième année, lors du cours de mathématiques. Une recherche-action se caractérise par son caractère dual, elle combine les dimensions de recherche et d'action. Ainsi nous dit Le Boterf (1983) cité par Adamczewski (1988) :

La recherche-action est un processus dans lequel les acteurs sociaux ne sont plus considérés comme de simples objets passifs d'investigation, ils deviennent de plus en plus des sujets conduisant une recherche avec la collaboration de chercheurs professionnels. Ce sont donc les groupes sociaux concernés qui vont identifier les problèmes qu'ils veulent étudier, en réaliser une analyse critique et rechercher les solutions correspondantes. (pp.111 et 112)

Sa définition est en lien avec celle de Piaget (1969) qui nous explique que « connaître un objet, c'est agir sur lui et le transformer. » Ainsi l'enseignant a deux statuts : chercheur et acteur. Il manipule l'objet de la recherche pour apprendre à le connaître, en dissociant ses valeurs, ses influences et la réalité, dans le but de rester un chercheur objectif.

La recherche-action que j'ai planifiée est construite en 3 phases :

1. poser un questionnement et se documenter dessus
2. construire une séquence et l'enseigner
3. analyser la séquence avec son évolution et la mettre en lien avec la théorie.

Cette recherche me semble la plus intéressante, car elle est concrète et proche de l'action. En reprenant ces 3 étapes, voici comment j'ai procédé et mené ma recherche-action :

1. Dans la première phase, j'ai créé ma question de recherche : Comment développer des compétences en calcul réfléchi par la mise en place d'une séquence mathématiques s'appuyant sur le jeu russe ? Ensuite, j'ai posé mes 3 hypothèses de départ :

- 1.1 Je pense qu'enseigner le calcul réfléchi de manière ludique permet aux élèves d'intégrer des stratégies efficaces et utiles en calcul, dans une perspective utile pour la scolarité future.

- 1.2 Je pense qu'une séquence construite avec un mode d'enseignement inductif rend les élèves plus compétents en calcul réfléchi et les rend actifs et responsables. La démarche commence par les observations des élèves, ils font ensuite des constats, qu'ils vont entraîner et qui seront validés par l'enseignant. On sort de l'enseignement traditionnel, l'élève est acteur de ses apprentissages et ne se contente pas de recevoir la règle et de l'exercer.

- 1.3 Je pense que l'utilisation d'un portfolio peut aider les élèves à s'autoévaluer et faire le point sur ce qu'ils savent déjà ; ainsi l'enseignement du calcul réfléchi sera plus efficace.

2. Dans la deuxième phase, j'ai enseigné ma séquence de mathématiques en 8 leçons avec une évaluation pour la terminer. L'idée est d'utiliser un portfolio avec les élèves, un dossier contenant les traces de leurs apprentissages tout au long de la séquence attestant de leur évolution. Ce type de dossier encourage les élèves à évaluer où ils en sont et à nommer les stratégies qu'ils utilisent. Il permet aux élèves de devenir acteurs de leurs apprentissages.

Chaque jour une nouvelle situation-problème de *La clé des chiffres* est proposée. J'ai créé dans ce sens diverses modalités pour vérifier l'acquisition de compétences par les élèves. Je les présente dans les annexes que j'ai numérotées :

A0 : Fiche pour écrire en cas de besoin pour s'aider à résoudre les situations-problèmes et où la méthode de calcul à favoriser est marquée.

A1 : Mes sentiments à l'égard des mathématiques et du calcul : écrire ses représentations.

A2 : Mes stratégies de calcul devant une situation problème : avant-pendant-après.

A3 : Propriétés de l'addition à définir.

A4 : Juger de mon évolution : exposer différentes méthodes pour résoudre un calcul et se fixer des objectifs pour la suite.

A5 : Lettre pour présenter mon dossier : utilité, sentiment sur son évolution.

A6 : Evaluation avec 3 situations problème avec 6 termes et 2 méthodes à trouver pour chacune : test assimilé.

A7 : Planification de chaque période d'enseignement.

A8 : 4 situations-problèmes avec 6 termes chacune.

A9 : Evaluation simplifiée pour 3 élèves.

J'ai suivi scrupuleusement mes planifications (A7) de leçon et noté après chacune mes impressions : la mise en œuvre des activités, le temps indiqué et ce qui a posé problème aux élèves.

3. Dans la troisième phase, j'ai récolté toutes les fiches d'aide sauf l'annexe A0, car la plupart des élèves n'en avaient pas eu besoin. J'ai donc jugé inutile de garder ce type de données. Pour analyser ces fiches, j'ai décidé de cibler plusieurs dimensions :

Concepts mathématiques	
A7	Le temps d'enseignement prévu comparé avec le temps réel en lien avec le concept de dévolution de la tâche.
A3 et A6	Analyser le transfert des 2 propriétés de l'addition par les élèves.
A6	Comparer les procédures utilisées par les élèves et les procédures enseignées.

Concepts de l'enseignement	
A2	Regarder les différentes stratégies des élèves en lien avec le concept de métacognition.
A4	Analyser l'utilité que les élèves ont trouvée à ce portfolio en regard des objectifs visés.
A4 et A5	Regarder l'objectif qu'ils se sont fixés et l'évolution remarquée par les élèves.

Je n'ai pas récolté la fiche A1 concernant l'opinion des élèves sur leurs représentations sur les mathématiques, car je savais que je n'allais pas utiliser cette donnée. Effectivement, j'ai préféré me concentrer sur leur manière de juger leurs compétences en calcul réfléchi en fin de séquence.

4. Choix de la séquence

Je suis dans une classe de 8p de 16 élèves. Ils sont dans leur dernière année de primaire et le Plan d'études romand précise que les répertoires additif, soustractif et multiplicatif, ainsi que les compléments à 10, 50 et 100 sont acquis (par exemple : résoudre des additions lacunaire pour les compléments de 50 : $15 + \dots = 50$; $\dots + 38 = 50$). Les élèves commencent le nouvel apprentissage des nombres décimaux et des compléments à 1'000 et 10'000.

Je me suis d'abord penchée sur le Plan d'études romand (PER, 2009), en mathématiques, concernant le calcul réfléchi. L'objectif d'apprentissage est : « MSN 23 — Résoudre des problèmes additifs et multiplicatifs ». Les composantes concernées sont les suivantes :

- « En utilisant les propriétés des quatre opérations.
- En construisant, en exerçant et utilisant des procédures de calcul (calcul réfléchi, algorithmes, calculatrice, répertoires mémorisés) avec des nombres rationnels positifs. »

Dans la progression des apprentissages concernée je cible :

Choix et utilisation d'outils de calculs appropriés.

Utilise des propriétés de l'addition et de la multiplication (commutativité, associativité, distributivité), et décomposition des nombres (additive, soustractive, multiplicative) pour organiser et effectuer des calculs de manière efficace ainsi que pour donner des estimations. (ibid.)

Les outils de calcul sont : le calcul réfléchi, les algorithmes, le répertoire mémorisé et la calculatrice. Les attentes fondamentales de fin de cycle précisent que 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) ». (ibid.)

J'ai choisi d'enseigner les opérations suivantes : l'addition et la multiplication. J'ai rapidement modifié mes attentes, par manque de temps et parce que le calcul réfléchi n'occupe qu'une place secondaire au programme. J'ai donc renoncé à la multiplication. La structure des cours avec un enseignant par matière et le programme chargé de 8p m'ont obligée à renoncer à la seconde partie de ma séquence. Je l'ai toutefois conservée comme possibilité d'aller plus loin avec les élèves.

Je ne parlerai donc ici que du champ conceptuel de l'addition-soustraction. Vergnaud (1986) le définit par : « un ensemble de situations dont la maîtrise requiert une variété de concepts, de procédures et de représentations symboliques en étroite connexion. »

Ainsi le concept de l'addition est caractérisé par des problèmes additifs et soustractifs d'invariants opératoires : des savoir-faire, des obstacles, le langage, des propriétés et des images mentales. Ce champ est indissociable de celui de la soustraction, qui est sa réciproque. Mon jeu russe n'est pas classifiable dans les types de problème de Vergnaud, mais comme une situation problème qui oblige les élèves à utiliser les propriétés de l'addition grâce à un outil de calcul : le calcul réfléchi et toutes les procédures qui le composent.

Le but de ma séquence est de permettre à chaque élève « d'acquérir des connaissances qui leur permettent de se créer des procédures personnelles » (Cahier de calcul 8p, p.16). Ces connaissances sont institutionnalisées et surtout réinvesties pour que l'élève puisse les intégrer et les transférer. C'est lors des mises en commun que les procédures sont rassemblées et qu'un type de procédure est mis en avant et institutionnalisé.

J'ai utilisé les procédures de résolution de calcul de Degallaix et Meurice (2003) pour ma planification (pp.53 à 55) :

- La compensation sur 1 terme: $799+58 = (800-1)+58 = (800+58)-1 = 858-1 = 857$
- La compensation sur les 2 termes : $108+79 = (108-8) + (79+8) = 100+87 = 187$
- Le groupement : $24+71+76 = 24+76+71 = 71+100 = 171$
- La décomposition de la somme en plusieurs termes : $824 + 32 = (800+24) + 32 = 800+(24+32) = 856$

Je rajouterai cette procédure beaucoup utilisée par les élèves :

- La décomposition en centaines/dizaines/unités : $824+136 = 800+100+20+30+6+4 = 900+50+10 = 960$

Ces procédures de calcul font appel aux deux propriétés de l'addition : l'associativité ($8+2+4 = 10+4$) et la commutativité ($8+2 = 2+8$). Elles demandent aussi aux élèves d'utiliser leurs répertoires automatisés. Je précise encore que ces 5 procédures ne sont pas exhaustives.

5. Sa planification

Après avoir exploré le Plan d'études romand, j'ai décidé de baser mon enseignement sur les propriétés de l'addition, les procédures de calcul à favoriser, le terme ou la somme à trouver et le nouvel apprentissage en 8p : les nombres décimaux. L'idée était que les élèves voient plusieurs manières de faire, pour choisir celle qu'il jugerait la plus adéquate :

- Utilisation de la commutativité ($4+3=3+4$)
- Utilisation de l'associativité ($4+6+3=10+3$)
- Utilisation de la compensation ($877+...=950$, utiliser des compléments à 10 pour arriver à la somme) et du décomptage ($799=800-1$)
- Nombres décimaux
- Trouver un des termes ($45 + ... = 85$) en utilisant la décomposition du nombre ($899=800+90+9$)
- Utilisation des 2 propriétés : commutativité et associativité

Quatre situations-problèmes sont à faire à chaque leçon. Les deux premières sont obligatoires et les deux dernières sont proposées aux plus rapides. Je souhaite ici différencier mon enseignement. Il s'agit du niveau le plus basique de la différenciation, qui concerne les contenus et leur quantité selon le rythme de travail des élèves.

Les nombres des situations-problèmes sont choisis selon deux critères :

- Chaque chiffre apparaît au moins une fois dans les termes de chaque situation-problème.
- Ils sont agencés pour orienter vers une procédure ou une propriété.

Pour parvenir à donner des compétences en calcul réfléchi aux élèves, j'ai ajouté à ma séquence une fiche sur les propriétés de l'addition. J'ai également construit un test assimilé¹ qui n'aurait dû tester que des outils d'apprentissage, alors qu'en réalité j'ai demandé aux élèves de transférer les apprentissages qu'ils avaient intégrés sur le champ conceptuel de l'addition. J'ai donc construit en réalité un test significatif².

1 Définition du cadre général de l'évaluation 2014-2015 : « travaux qui vérifient uniquement l'acquisition de connaissances ou de techniques spécifiques. » (p.11)

2 : « Les travaux significatifs permettent de vérifier si l'élève est capable de mobiliser les ressources et les connaissances acquises pour résoudre des situations complexes. » (ibid.)

Sur les 15 leçons prévues, seules 5 ont été réellement enseignées. La partie sur l'addition a été organisée de cette manière :

- Commutativité
- Associativité
- Procédure de compensation avec un ou deux termes
- Nombres décimaux
- Calculer un terme

La partie sur la multiplication, que j'ai supprimée, était construite selon le même principe avec la progression suivante :

- Commutativité
- Multiples de 10
- Distributivité
- Associativité
- Nombres décimaux
- Calculer un des facteurs

Pour conclure, la fin de ma séquence initialement prévue abordait les thèmes suivants : priorités de la multiplication sur l'addition ; calcul réfléchi pour des opérations à 4 termes et constitution du portfolio.

Pour construire mes leçons, j'ai choisi des modalités alternant le travail collectif, individuel et en duo. J'ai mis en place une routine chez les élèves pour qu'ils s'habituent à la structure de la leçon et qu'ils deviennent efficaces pour résoudre rapidement les situations-problèmes.

- ★ Utiliser toujours la même structure de leçon : rappel du connu, phase de calcul individuelle, comparaison des résultats 2 par 2, mise en commun et institutionnalisation. La comparaison en binôme n'a pas été possible, car les élèves finissaient de calculer à des rythmes très différents, c'est donc moi qui leur disais quel résultat était juste ou faux.
- ★ Le champ conceptuel de Vergnaud (1991) m'a sensibilisée au fait qu'on demande trop souvent la somme aux élèves, j'ai donc parfois demandé un des termes aux élèves.
- ★ J'ai choisi de travailler avec 3 termes pour faire perdre l'habitude aux élèves d'opérer systématiquement par couple de nombres.

- ★ J'ai choisi les nombres de manière à ce que l'institutionnalisation (constat écrit de l'enseignant) de chaque leçon soit possible.
- ★ J'ai planifié des leçons de 25 minutes pour ne pas trop empiéter sur le programme annuel de mathématiques de 8p.
- ★ J'ai créé quelques fiches pour aider les élèves à utiliser la métaréflexion : juger son niveau, son évolution et réfléchir à ses stratégies. On oublie souvent de faire réfléchir les élèves sur leurs méthodes et là où ils en sont dans leurs apprentissages.
- ★ Le produit final est un portfolio, que les élèves ne connaissaient pas auparavant, afin de réaliser une évaluation formative.

Contrairement à ce que j'avais programmé, j'ai ajouté une évaluation sommative, par besoin institutionnel d'une note pour le semestre. J'ai cependant créé une évaluation qualitative, qui ne se contente pas de mettre des points et de calculer où se situe le 4 soit à 60%, le plus souvent. Il s'agissait ici de poser des critères selon les 2 composantes de MSN 23 (PER, 2009) :

MSN 23 : problèmes additifs			Atteint (1)	En partie atteint (0.5)	Non atteint (0)
Composantes	Situation	Procédures			
Construire, exercer et utiliser des procédures de calcul réfléchi	A	A1			
		A2			
		Réponse			
	B	B1			
		B2			
		Réponse			
	C	C1			
		C2			
		Réponse			
Utiliser les propriétés	Associativité				
	Commutativité				

6. Cadre théorique

Le **Plan d'Etudes romand (PER)** est la base de tout enseignement. Il décrit les apprentissages nécessaires par année dans toutes les matières scolaires. Il permet à l'enseignant d'organiser son enseignement selon des objectifs d'apprentissage pour les 2 cycles de l'école primaire : 1 à 4p et 5 à 8p. Ces objectifs sont décrits en composantes et en progression d'apprentissages pour chaque cycle. Ainsi, l'enseignant suit les objectifs romands d'apprentissage et adapte les moyens d'enseignement imposés pour couvrir tout le programme durant l'année scolaire.

Lors de son enseignement, le professeur fait correspondre l'objectif d'apprentissage, son enseignement, les activités proposées et l'évaluation s'y rapportant. Le respect de cet alignement curriculaire permet aux élèves de construire les connaissances et compétences durant l'activité. Transformées en savoir par le maître durant **l'institutionnalisation** (Brousseau 1998), celles-ci sont ensuite exercées dans une phase d'entraînement.

L'institutionnalisation est un processus, qui fait passer l'élève des connaissances contextualisées dans l'activité à des savoirs décontextualisés, donc généraux. L'institutionnalisation se déroule après la mise en commun orale, l'enseignant pointe les savoirs à connaître et à réinvestir par la suite. Ainsi, l'élève comprend le sens de la tâche. En choisissant des tâches menant au savoir visé, l'enseignant peut faire varier les paramètres de l'activité pour la rendre accessible et agit sur les procédures de résolution. Brousseau (1982) les nomme **variables didactiques** et les définit :

Un champ de problèmes peut être engendré à partir d'une situation par la modification des valeurs de certaines variables qui, à leur tour, font changer les caractéristiques des stratégies de solution (coût, validité, complexité...etc.) [...] Seules les modifications qui affectent la hiérarchie des stratégies sont à considérer (variables pertinentes) et parmi les variables pertinentes, celles que peut manipuler un professeur sont particulièrement intéressantes : ce sont les variables didactiques.

Ces **variables** sont choisies par l'enseignant et permettent de provoquer des changements dans les connaissances construites par les élèves. Brousseau (1982) différencie 2 types de variables didactiques : les macrodidactiques, qui concernent le type de cours donné, les attentes de l'enseignant, les interactions maître-élèves et l'évaluation choisie ; et les microdidactiques : organisation avec découpage de la période, caractéristiques de la tâche et

discours du maître. Les variables contextuelles ne sont pas contrôlables, comme les apprentissages préalables, la discipline et les conceptions des enseignants.

Toutes ces variables sont constitutives du **milieu didactique** (Brousseau, 1998) où l'élève se trouve dans un environnement avec des éléments contrôlables ou non. L'enseignant crée la situation didactique pour mettre l'élève en situation d'apprentissage/enseignement. Il peut y mettre en place des routines. Bouhon, De Kesel, Dufays et Plumet citent Clark et Yinger (1977) et expliquent qu'elles : « permettent à l'enseignant d'établir et réguler plus efficacement les activités. ». Elles font parties de la planification et selon Tochon (1989) et Yinger (1979) cités par ces mêmes quatre auteurs, elles « augmentent la souplesse et l'efficacité de l'enseignant » (ibid. p.106), qui peut mieux contrôler l'activité programmée.

Brousseau (2002) parle de la **dévolution** dans le milieu didactique, ce qui signifie donner la responsabilité à l'élève de la construction du savoir et de sa validation. L'élève répond à la situation problème à partir de ses connaissances. La dévolution est un processus où l'enseignant est actif, car il crée le milieu adéquat pour que l'élève construise seul sa réponse et ne cherche pas à répondre aux attentes de l'enseignant nous dit Sensevy en 2001. Ainsi Brousseau (2002) précise que c'est « la négociation d'un contrat » didactique avec l'élève (p.18). Le contrat commente les règles explicites ou non sur le partage des responsabilités de l'acquisition du savoir entre l'élève ou l'enseignant.

L'élève mobilise des connaissances dans le milieu créé par l'enseignant, il « appréhende les règles et stratégies de base [...], puis des moyens d'élaborer des stratégies gagnantes et d'obtenir le résultat cherché. » (Brousseau, 2002, p.18) Si la situation n'est pas pleinement dévolue à l'élève ou qu'il ne peut pas la résoudre avec ses connaissances et qu'il ne fait que de recopier la réponse, il n'apprend pas. Pourtant, l'enseignant ne dit pas à l'élève ce qu'il désire, il utilise des « ruses » où il « dissimule ses intentions tout en les laissant deviner ». (ibid., p.20) La **dévolution** s'opérationnalise dans l'intervalle entre ces deux comportements. Ainsi : « Le professeur doit s'occuper du jeu du joueur pour le faire entrer dans celui de l'actant. » (ibid. p.20) Si le joueur n'entre pas dans le jeu, il refuse par conséquent le contrat didactique et n'accède pas aux connaissances présentes dans la situation. Il n'accède donc pas au statut d'actant.

L'enseignant dévolue également à l'élève l'acte de validation, la correction de la situation-problème, en lui donnant accès à une fiche autocorrective, à un outil correctif ou à la comparaison de sa solution avec un pair.

En utilisant un **jeu** comme outil d'apprentissage, on s'éloigne de la définition commune d'un jeu : « la seule raison d'être, pour la conscience de celui qui s'y livre est le plaisir même qu'il y trouve. » (Musset et Thibert citent Ayme, 2006). L'auteure nous parle ici exclusivement du joueur. L'utilisation du jeu porte l'intérêt, comme pour le travail, « vers le but à atteindre » (Cohen, 2003). Brougère (2000) précise encore : « Le sérieux tue le jeu, mais la frivolité est ce qui permet au jeu de rejoindre dans ses effets une action éducative sérieuse, parce que l'absence de conséquence offre à l'enfant un espace spécifique d'expérience. » (p.2)

J'ai utilisé dans ma méthode de recherche, l'outil **portfolio**. Scallon (2004, p.1) le définit comme « une collection de travaux ou de productions réalisées dans un but précis ». J'ai choisi d'utiliser un dossier pour que l'élève arrive à s'auto-évaluer. Il s'agit d'évaluation formative, où l'élève fait le point sur ce qu'il sait et sur ce qu'il va faire pour s'améliorer. Ces deux concepts sont nommés métacognition et autorégulation. Le premier fait référence à la prise de conscience « de ce qui lui arrive : ses succès, ses échecs, ses difficultés, sa motivation. » et le second à « l'évaluation formative : ajuster, corriger rectifier, améliorer, réorienter ». (Scallon, 2004, p.2) Ainsi l'élève qui prend l'habitude de porter un jugement sur son travail et de comparer sa progression au but à atteindre est plus efficace dans son travail. Ce dossier d'apprentissage est utilisé en parallèle du travail en classe. Il peut se faire par des fiches guides utilisées par l'enseignant, qui prend du temps dans sa séquence d'enseignement pour que l'élève puisse s'auto-évaluer et rassembler des pièces qui démontrent le mieux son apprentissage. Le type de portfolio utilisé est un « portfolio de travail » traçant le « cheminement de l'élève » (Scallon, 2007). Goupil cité par Scallon (2004) parle plutôt de portfolio d'apprentissage, qui contient les travaux de l'élève selon un objectif choisi. Le but étant de ne pas faire un simple cumul des travaux d'élève, mais de travailler la métacognition. Farr et Tane (1998) nous expliquent, que le but du portfolio est « de faire de l'autoévaluation une seconde nature pour l'élève » (p.14).

La **métacognition** est régulièrement utilisée en classe par le langage de l'enseignant et le portfolio. Le questionnement métacognitif de Clerc-Georgy et Martin (2012) nous le montre bien, avec des demandes du type : « Comment allez-vous vous y prendre ? Que pourriez-

vous changer à ... ? Comment vous y êtes-vous pris ? ». Ces auteurs décomposent la tâche en 3 moments et ont listé des exemples de questions pour chaque moment en : début, en cours et en fin de leçon. L'enseignant qui guide ses élèves avec des questions métacognitives, les aide à adopter ces réflexions. Ainsi l'élève aura selon Doly (2006) et Doudin et Martin (2006) cités par Ducrey: « connaissance du sujet sur son propre fonctionnement cognitif et sur ses mécanismes de régulation ou de contrôle cognitif ». Les auteurs font référence à la mémoire, au raisonnement et aux apprentissages qui en découlent.

Les **procédures** de calcul utilisées par les élèves pour résoudre les situations-problèmes de *La clé des chiffres* servent à atteindre la somme. Trois conditions sont nécessaires à leur utilisation :

- « 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. » (Cahier de calcul, 2009, p.15)

L'utilisation des procédures présuppose donc d'avoir intégré la distinction entre le **nombre** et le **chiffre**. Les chiffres correspondent à la graphie, donc l'écriture et le positionnement dans l'abaque MCDU. Ils permettent de former des nombres, comme les lettres de l'alphabet forment des mots. Le PER (2009) définit un chiffre comme étant : « un signe, un caractère pour l'écriture des nombres : 0 à 9. »

Les concepts de nombre et de chiffre font parties du **schème** qui organise l'algorithme de l'addition. Il contient des opérateurs invariants, des habitudes que l'élève a appris, comme la manière de résoudre une addition en colonne. Il est défini par Vergnaud (1990) comme : « l'organisation invariante de la conduite pour la classe de situations données. » (p.136). Certains savoirs sont intégrés et automatiques, ce sont les : « invariants opératoires » (p.139) et sont complétés par des décisions en situation, les inférences.

Le **concept de l'addition** ne doit donc pas être dissocié

- De la référence avec la situation : mon jeu russe avec ces 3 termes
- Du signifié avec les invariants : les élèves connaissent les additions à deux termes
- Du signifiant: les deux propriétés de l'addition et leurs noms, les procédures nécessaires pour résoudre les situations-problèmes, les mots termes et sommes. (Vergnaud 1990, p.145)

7. Analyse de mon enseignement

7.1 Concepts mathématiques

J'ai d'abord analysé 3 concepts mathématiques : dévolution de la situation-problème, propriétés de l'addition, procédures de résolution de calcul.

- 1) Cette analyse porte sur les annexes A7 qui comprennent les **planifications** et le temps en minutes imparti à chaque leçon. Mon but est de regarder au bout de combien de leçons la dévolution de la situation-problème à l'élève est effective.

Leçons	Temps prévu (min.)	Temps réel (min.)
L1	25	45
L2	25	35
L3	25	25
L4	25	25
L5	25	25
L6	25	70
L7	10	90
L8	25	20

J'ai remarqué que la compréhension de ma situation problème a mis 3 leçons à s'installer. Ce temps a permis aux élèves de découvrir *La clé des chiffres*, d'en comprendre le fonctionnement et ses règles. C'est un temps d'adaptation normal que j'ai souvent constaté au début de chaque nouvelle modalité d'enseignement.

Dès la leçon 4, j'ai constaté une baisse de motivation chez les élèves. Un manque de relance dans mon projet de *La clé des chiffres* et l'absence de but chez les élèves, pris par la routine en est sûrement la cause. L'élève joueur n'a pas envie de rentrer dans le jeu, car il éprouve moins de plaisir lorsqu'il connaît déjà les règles et les stratégies en tant qu'actant.

Une variante possible serait d'inciter les élèves à résoudre un calcul posé par un camarade, qui en choisit les termes et les opérateurs. Ainsi, les élèves s'impliqueraient mieux dans la tâche et en comprenant le sens ils seraient davantage les acteurs de leurs apprentissages.

Dans la leçon 6, les 70 minutes du temps réel correspondent à un travail fait sur les propriétés de l'addition avec des additions à 6 termes (A8), afin de réfléchir aux stratégies et au jugement de leur évolution. J'ai donc changé les habitudes des élèves qui avaient jusque-là fait des calculs avec 3 termes. En doublant le nombre de termes, j'ai aussi doublé le temps nécessaire à la résolution de la situation-problème. Les élèves n'ont pas changé leurs procédures personnelles de résolution. Ils ont réfléchi à leurs stratégies, mais ceci n'a pas été évident pour tous les élèves, qui n'avaient pas l'habitude d'explicitier leur manière de faire, passant généralement directement à l'action.

Ensuite, ils ont posé un bilan de leur évolution en résolvant une addition avec plusieurs méthodes vues tout au long de la séquence.

Cette leçon s'est donc déroulée en collectif et par manque de temps, nous avons réalisé toutes ces fiches : la situation-problème, la fiche sur les propriétés (A3), la mise en commun de leurs stratégies (A2), leurs ressentis sur leur évolution (A5). Ceci peut expliquer certaines de mes demandes de précisions à certaines questions complétées trop brièvement par certains élèves, qui voulaient finir vite.

J'ai également pris du temps à part avec une élève qui a des difficultés avec les notions abstraites en mathématiques, car elle avait de la peine à trouver sa méthode personnelle. Je l'ai donc orientée vers la méthode la plus simple pour la plupart des élèves soit : la décomposition en unités/dizaines/centaines. Grâce à celle-ci, elle a réussi à trouver le résultat juste et a surmonté ses difficultés devant l'ordre de grandeur des nombres, qui lui provoquaient souvent chez elle des erreurs de calcul.

La leçon 7 a été consacrée au test assimilé. Je constate que le temps prévu était insuffisant. La situation était trop complexe, du fait du nombre important de termes, l'ordre de grandeur des nombres et les procédures complexes utilisées (A6). Je souhaitais faire une situation-problème, où les élèves transfèrent ce qu'ils avaient appris. J'ai mis la barre beaucoup trop haut, ce qui explique le temps démesuré pour exécuter la tâche. J'ai également refait un test plus simple pour 3 élèves, qui ont éprouvé beaucoup de difficultés devant le premier test. Avec du recul, je trouve que j'ai mis trop de termes à mes calculs et que davantage de place pour écrire aurait aidé les élèves.

- 2) Je souhaite dans l'annexe A3 analyser l'imprégnation que peuvent faire les élèves des **deux propriétés de l'addition**. Il s'agit de la commutativité et de l'associativité. Les élèves ont à les définir avec leurs mots.

Voici ce qu'ils disent sur la commutativité :

- 4 élèves parlent d'inversion.
- 4 élèves parlent de changer la place.
- 2 élèves parlent de déplacement.
- 2 élèves parlent d'inverser et de déplacer.
- 2 élèves se sont trompés de propriété : 1 élève parle de mettre des nombres ensembles et 1 élève parle de couper ou d'assembler ou d'inverser.

→ Exemple chiffré d'un élève:

$$500+500+400+600=2000$$

$$600+400+500+500=2000$$

Les élèves confondent les mots chiffres et nombres, ceci peut poser un problème dans leur compréhension de la propriété de l'addition. Trois élèves utilisent le mot « terme », mot spécifique mathématique enseigné pour l'addition. Ceci prouve leur imprégnation du concept. Elle a été démontrée par la remarque d'un élève, qui a si bien compris cette propriété qu'il m'a dit que les flèches de mes situations-problèmes quotidiennes ne servaient à rien, comme on peut inverser tous les termes de l'addition.

Voici ce qu'ils disent sur l'associativité :

- 5 élèves parlent d'assembler.
- 1 élève parle de regroupement.
- 2 élèves parlent de mettre ensemble.
- 1 élève parle de casser le nombre.
- 4 élèves parlent d'associer les nombres.
- 1 élève s'est trompé de propriété en parlant d'inversion.

→ Exemple chiffré d'un élève:

$$\underline{82+188}+\underline{500+5500}=6200$$

Les mots chiffres et nombres sont aussi confondus. Cependant, le mot « terme » n'apparaît pas. Le mot « casser » fait référence à une nouvelle utilisation de l'associativité : $188+264=100+200+80+60+8+4=300+140+12=452$.

Il y a plusieurs manières d'utiliser l'associativité : en décomposant des termes pour ensuite les associer ou en les associant directement.

Dans l'annexe A6, l'évaluation, les élèves montrent où ils utilisent chaque propriété de l'addition dans une de leurs procédures.

Je remarque que cette tâche était difficile en ce qui concerne la commutativité, qui semble peu explicite. C'est effectivement une propriété qu'on n'utilise pas de cette manière : $4+5+6=6+4+5$, on résout directement le problème de tête. La place dans les cases a aussi posé problème vu le nombre de termes présents.

L'associativité est beaucoup plus utilisée par les élèves effectivement, la plupart décomposent les 6 termes en unités/dizaines/centaines. Ils associent ensuite les sommes obtenues. Les résultats au test le démontrent :

Commutativité : Sur les 16 élèves, 6 l'ont intégrée et seulement 10 en partie.

Atteint	En partie	Non atteint
6	10	-

Associativité : Sur les 16 élèves, tous l'ont intégré.

Atteint	En partie	Non atteint
16	-	-

- 3) Dans l'annexe A6, j'ai aussi comparé les procédures utilisées avec les **procédures enseignées**. Mon test était si difficile que j'ai dû en refaire un pour trois élèves. Ils n'ont pas fini leurs calculs ou fait trop d'erreurs de calcul ou pas réussi à trouver les sommes ou le terme manquant. Effectivement les 6 termes à associer demandaient des méthodes de résolution longue et fastidieuse qu'un élève en difficulté vit comme un obstacle.

Pour chaque procédure de calcul, j'ai ajouté un exemple issu de mes planifications (A7). Voici le nombre d'élèves ayant utilisé chaque procédure :

- La compensation de deux termes, $108+79=(108-8)+(79+8)$: 3 élèves
- Le groupement, $24+76+71=71+100=171$: aucun élève
- La décomposition du nombre, $824=(800+24)$: 2 élèves
- La compensation d'un terme, $799=(800-1)$: 1 élève
- La décomposition en centaines/dizaines/unités et addition du tout: 14 élèves
(Certains élèves ont utilisé l'associativité en utilisant une des sommes trouvées dans la liste des dizaines ou centaines.)

- La décomposition en dizaines-unités et centaines et addition du tout : 4 élèves
- La décomposition en unités et dizaines-centaines et addition du tout : 1 élève
- Assembler les nombres qui vont bien ensemble : 2 élèves
- Assembler deux termes par deux termes et calculer les 3 sommes trouvées : 12 élèves

Je remarque que les élèves ont plus de facilité à calculer deux termes à la fois, car la technique a été utilisée à 12 reprises. Effectivement, les situations les plus rencontrées dans les manuels scolaires présentent des calculs à 2 termes. Pour pallier ce problème, je proposerais un nombre de termes impair comme 5.

La méthode préférée des élèves est la décomposition de tous les termes de la situation-problème en ne prenant que les unités, puis les dizaines et les centaines. Elle utilise l'abaque MCDU que les élèves repèrent en permanence avec les calculs posés en colonne. Cependant, cette méthode présente le désavantage de perdre parfois le sens des nombres. Effectivement certains élèves recensant les dizaines ou centaines des 6 termes oublient de reporter les zéros. Ils arrivent cependant à les écrire dans la somme trouvée. Les zéros ne sont pas inscrits dans les termes de l'addition, mais sont matérialisés par la place du chiffre dans le nombre.

Certains élèves ont écrit le nom de chaque décomposition et se sont trompés avec le mot *dixième* mis à la place de *dizaine*. J'explique cette erreur par l'apprentissage des nombres décimaux en 8p. Ainsi, les concepts de dizaine-dixième ne sont pas clairs et doivent être réexplicités avec l'abaque MCDU.

Pour une prochaine fois, je modifierai mon test assimilé (A6). Effectivement, je me suis posée plusieurs questions durant la correction:

- Que signifie une somme partiellement atteinte ? J'ai décidé que c'était quand un des chiffres de la somme était juste.
- Que dois-je faire avec les élèves qui oublient les zéros dans la retranscription des dizaines ou centaines ? J'ai décidé de ne pas compter faux, si la somme était rectifiée avec les zéros manquants.
- Comment comptabiliser l'erreur suivante : l'élève n'indique pas comme résultat le terme manquant de la première situation-problème mais réécrit la somme ? J'ai dû malheureusement enlever des points pour le résultat, mais accorder des points pour la procédure de calcul.

- Comment gérer le problème des cases minuscules ? J'ai accordé à chacun des feuilles blanches que j'agrafais ensuite au test.
- Comment réguler avec les trois élèves en dessous de la moyenne ? Attribuer des notes insuffisantes pour des erreurs de calculs ou des procédures inachevées ne me satisfait pas, j'ai donc créé un test simplifié.
- Comment juger des procédures de calcul très proches pour la même situation-problème ? J'ai accepté ces procédures s'il y avait au moins une différence, comme l'association de 2 termes différents dans chacune.
- Comment marquer explicitement la commutativité ? L'inversion de 2 termes était difficile à stipuler, alors j'ai marqué des « en partie atteint » chez les élèves qui avaient pris les termes dans un ordre différent, même s'ils n'avaient pas explicitement écrit les équivalences : $45+65+98=98+45+65$.

7.2 Concepts d'enseignement

J'ai ensuite analysé 3 concepts d'enseignement : les stratégies des élèves en lien avec la métacognition, leur vision du portfolio et les objectifs qu'ils se sont fixés pour s'améliorer.

- 1) En lien avec le concept de **métacognition**, je me suis penchée sur les stratégies utilisées par les élèves dans l'annexe A2. Je n'ai relevé que les réponses qui avaient rapport avec les mathématiques.

AVANT

Quand tu vois la situation du jour au tableau noir avec les nombres, flèches et indicateurs, que te dis-tu ?

- 2 élèves s'encouragent mentalement : « *je me dis que je vais essayer* » + « *je me dis que je peux le faire si je suis concentré* ».
- 2 élèves pensent à l'ordre des nombres : « *je fais le calcul comme il est posé* » + « *réfléchir à l'ordre des calculs* ».
- 2 élèves ont constaté le lien avec la commutativité : « *les flèches ne servent à rien* ».
- 2 élèves pensent au résultat : « *je lis, puis je calcule* » + « *je regarde ce qu'il faut que j'additionne* ».

- 2 élèves veulent finir vite : « *de faire le calcul n'importe comment* » + « *finir le plus vite possible* ».

Je trouve intéressant de constater que certains sont concentrés sur les termes, d'autres sur le but à atteindre et d'autres sur leurs sentiments. Je suis étonnée de la compréhension de la commutativité d'un élève de ma classe, qui a remarqué que les termes sont interchangeable.

Avant de commencer à calculer, que te remémores-tu pour t'aider ?

- 2 élèves se rappellent des techniques : « *technique de la commutativité et associativité* », un élève réussit même à les nommer. 1 élève est d'accord avec eux, comme lui il se remémore les stratégies mais ne les nomme pas.
- 3 élèves pensent à décomposer les nombres : « *je coupe les nombres pour que ce soit moins dur* ».
- 1 élève pense à assembler : « *mettre les chiffres qui vont les mieux ensembles* ».
- 2 élèves pensent au résultat : « *je regarde et je réfléchis à l'avance* » + « *les calculs et ce que je dois trouver* ».
- 6 élèves se remémorent les termes : « *je me remémore les chiffres 5* ».
- 2 élèves ne se remémorent rien.

La moitié des élèves font référence aux procédures de calcul réfléchi. Je remarque que les élèves ont chacun leur procédure qui leur permet d'arriver efficacement à la somme. Ainsi, ils sont dans une démarche en mathématiques. L'autre moitié est plutôt concentrée sur les termes, qui sont écrits au tableau noir. Ils se concentrent donc davantage sur l'aspect visuel de la situation-problème. Je me demande si l'ordre de grandeur important des termes influence les élèves.

PENDANT

Quelles sont les étapes de réflexion devant la situation problème ?

- 1 élève pense à décomposer les nombres : « *je coupe le chiffre pour avoir un nombre rond* ».
- 1 élève explique qu'il faut : « *couper les nombres et les assembler* ».
- 4 élèves nous parlent d'assemblage : « *mettre les chiffres qui vont le mieux ensemble pour que ce soit plus facile* », dont un explique qu'après il décompose les nombres.
- 4 élèves décomposent les nombres en unités/dizaines/centaines : « *d'abord je calcule les millièmes, puis les centièmes, les dizaines et les unités* » + « *séparer* ».

les nombres et assembler par unités » + « j'écris d'abord les unités, ensuite les dizaines et les centaines et s'il y a des milliers je les écris en addition ». Un élève se projette même à réfléchir à la réponse.

- 1 élève réfléchit : *« premièrement, je lis ce qu'il faut faire, puis j'essaie de le faire tranquillement ».*
- 3 élèves ne font que calculer : *« je fais les calculs posés » + « le calcul ».*
- 1 élève n'a pas d'étape de réflexion.

Aucun élève ne fait référence aux étapes de réflexion, mais plutôt aux procédures utilisées. La plus prégnante est la décomposition. Plusieurs élèves n'arrivent pas à expliquer leur stratégie. On peut expliquer ceci par le peu d'expérience qu'ils ont en métacognition. Les élèves n'ont pas stabilisé les termes chiffres et nombres car ils sont régulièrement confondus, tout comme les termes millièmes-milliers et centièmes-centaines.

APRES

Comment fais-tu pour vérifier ton calcul ?

- 1 élève évoque un facteur externe : *« pas le temps pour vérifier le résultat ».*
- 3 élèves observent : *« je relis » + « je revois le calcul ».*
- 4 élèves ne savent pas expliquer : *« je me concentre » + « quand on corrige tous ensemble » + « je ne sais pas » + « je vérifie si mon calcul est juste ».*
- 1 élève explique sa procédure de calcul : *« je mets les unités avec les unités, les dizaines avec les dizaines et les centaines avec les centaines ».*
- 4 élèves recommencent leur calcul : *« je réessaie » + « je recalcule vite le calcul » + « je compte si c'est juste ».*
- 2 élèves parlent d'un outil : *« je prends la calculette » + « avec la calculette ».*

Seuls 6 élèves ont donné des méthodes efficaces pour vérifier leur calcul et il est vrai que je ne les ai pas beaucoup encouragés. Effectivement, je suis partie de l'idée que les élèves comparent par deux leurs résultats. J'ai remarqué au cours de mon enseignement, qu'ils finissent tous à des moments différents et ne peuvent donc pas comparer leurs résultats. De plus, la plupart n'ont pas besoin de fiche pour écrire leurs étapes de résolution de calcul, donc ils ne pouvaient pas l'expliquer à un pair. Je pense qu'il est possible de modifier les procédures de vérification du calcul en obligeant les élèves à utiliser des procédures de vérification comme la comparaison avec ce que fait un camarade.

Voici ce qu'ils répondent à la question : quand tu compares ton résultat avec celui d'un camarade, comment fais-tu pour l'aider s'il s'est trompé ?

- 2 élèves disent : « *je lui dis de refaire son calcul* »
- 2 élèves observent : « *je regarde* » + « *je regarde avec lui cette erreur* »
- 5 élèves sont dans l'explication : « *je lui donne un conseil* » + « *je lui explique* » + « *je lui donne des indices* » + « *je lui explique comment j'ai fait* »
- 2 élèves donnent la réponse : « *je lui dit le réponse* » + « *on prend la calcullette* »
- 2 élèves ne savent pas comment faire : « *je ne sais pas comment aider* » + « *je ne sais pas* »

Je remarque que la métacognition est peu travaillée en classe et les élèves n'ont pas l'habitude de faire du tutorat entre eux. Seuls 5 élèves sont capables dans les grandes lignes d'expliquer à leur camarade. Ces élèves ne précisent pas comment ils comptent s'y prendre. Expliquer pourquoi le résultat est faux demande à l'élève de réfléchir sur sa propre procédure pour vérifier le résultat et ensuite voir avec son camarade comment il y est arrivé. Des stratégies de résolution de calcul sont donc à expliciter.

- 2) Je me suis concentrée dans ce critère de recherche sur le **dossier portfolio** et le sens que les élèves lui ont donné avec l'annexe A5. Je comprends la difficulté des élèves à lui donner du sens. Le portfolio est resté une partie dans un classeur derrière une énième intercalaire. L'effet mémoire a été néfaste, car le temps est compté à la fin de ma séquence, ce qui m'a obligée à changer l'organisation de ma leçon.
- Les élèves ont répondu à une série de questions sur le portfolio sous forme de lettre. Je remarque qu'ils ont plutôt répondu aux différentes questions dans l'ordre, ce que je conçois comme plus logique.

A quoi sert le portfolio ?

- 3 élèves pensent aux exercices : « *à bien comprendre les exercices* » + « *à bien apprendre les exercices de mathématiques* » + « *à faire des fiches* ».
- 2 élèves pensent aux tests : « *ça sert à revoir* ».
- 5 élèves pensent à son contenant : « *à contenir des fiches de calcul réfléchi* » + « *des informations* » + « *des feuilles avec des calculs et des méthodes de calcul écrits dessus* ».

- 5 élèves pensent aux bénéfices pour le calcul réfléchi : « *à mieux calculer, à mieux apprendre* » + « *à s'entraîner au calcul réfléchi* » + « *à améliorer pour compter dans notre tête* » + « *des techniques pour apprendre plus vite* ».
- 1 élève ne sait pas.

On voit à travers ces réponses, que les élèves parlent plus du contenu du dossier, que de son bénéfice. Un rappel constant du but à atteindre aurait été un atout pour l'appropriation du portfolio.

Qu'as-tu appris en constituant ton dossier ?

- 2 élèves ne parlent que des exercices et non de leurs apprentissages: « *comprendre des exercices* » + « *comment bien travailler en mathématiques pour le calcul réfléchi* ».
- 2 élèves parlent des procédures : « *simplifier les calculs* » + « *différentes façons de calculer* ».
- 4 élèves parlent des propriétés de l'addition : « *la commutativité et l'associativité* » + « *les différentes propriétés du triangle* » + « *les propriétés des polygones* » + « *toute la théorie* ».
- 5 élèves parlent de calcul : « *à calculer facilement car j'aime calculer et j'aime les maths* » + « *à calculer dans ma tête* » + « *à savoir sans compter, sans utiliser de calcul* ».
- 1 élève exprime : « *j'ai réappris ce que j'avais appris* ».

Le rassemblement des fiches distribuées lors de ma séquence sur *La clé des chiffres* sans relecture, constitue pour la plupart, un recueil servant à calculer en utilisant les propriétés ou les procédures adéquates. Les élèves n'ont pas perçu le but final : s'entraîner au calcul réfléchi. 2 élèves confondent la figure qui permet d'illustrer la situation-problème et l'opération qui se cache derrière. Ceci est intéressant, car je n'avais pas anticipé ce problème. L'aspect visuel du jeu russe peut constituer un obstacle pour certains élèves. Pourrait-on l'éliminer si on présente les situations-problèmes dans différentes figures géométriques ?

Voici quelques constats sur l'utilisation d'un portfolio en mathématiques : voudrais-tu réutiliser ce dossier ?

9 élèves ne le souhaitent pas :

- « *Non, ça ne m'aide pas.* »
- *Non, parce que je n'ai pas trouvé cela d'une grande utilité.*

- *Non, parce que je connais la technique au calcul.*
- *Non, ça ne m'intéresse pas parce que j'ai ma technique.*
- *Non.*
- *Non, parce que je n'aime pas ce genre d'exercice.*
- *Non, parce que c'était très dur.*
- *Non, parce qu'on ne peut pas, ce n'est pas la même chose.*
- *Non, parce que je trouve que si on y fait une fois c'est déjà assez. »*

5 élèves le souhaitent :

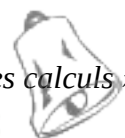
- *Oui, pour les tests.*
- *Oui, parce que ça aide bien.*
- *Oui, ça aide beaucoup.*
- *Oui, ça m'a aidé à apprendre si j'ai un test.*
- *Oui, plus de facilité à faire les calculs.*

Le fait d'utiliser le portfolio dans un intercalaire dans un classeur a peut-être contribué à faire répondre aux élèves plutôt non. Effectivement, mon portfolio n'a pas été un dossier, mais se rapporte plus à un chapitre. J'explique aussi ces résultats mitigés, car les élèves ont constitué le portfolio qu'à la fin de ma séquence sur *La clé des chiffres* et n'ont pas dû prendre position à chaque fois sur ce qu'ils avaient appris, trouvé compliqué ou facile.

- 3) J'ai posé **deux questions métacognitives** aux élèves pour les obliger à faire le point sur ce qu'ils savent dans les fiches A4 et A5. Les élèves n'étaient pas du tout habitués à se poser des questions sur leur progression, ceci leur a demandé du temps et certains avaient de la peine à s'autoréguler.

A la question: quel objectif aimerais-tu te fixer pour t'améliorer en calcul réfléchi ? Ils répondent :

- 2 élèves visent la réussite : « *de réussir tous les calculs* » + « *réussir les calculs* ».
- 4 élèves ne se sont rien fixés, un d'eux explique : « *je suis déjà fort au calcul avec ma méthode* ».
- 2 élèves n'ont pas d'idée: « *je ne sais pas* ».
- 2 élèves se sont fixés des objectifs clairs : « *s'améliorer aux soustractions* » + « *m'améliorer au calcul à trou* ».
- 1 élève parle de sa vitesse de résolution : « *de faire plus vite les calculs* ».



- 1 élève aimerait bien s'améliorer mais n'explique pas comment : « *oui, j'aimerais bien* ».
- 1 élève parle de quantité : « *faire plusieurs calculs réfléchis* ».
- 1 élève parle implicitement des procédures : « *de plus réfléchir* ».

Ces données récoltées sont générales et manquent un peu de concret selon moi. Tous les élèves ont trouvé des objectifs à atteindre sans citer les moyens pour y arriver. Quatre élèves ont estimé qu'ils n'avaient pas besoin d'approfondir leur entraînement en calcul réfléchi. Je m'étonne du peu de métacognition présente en classe. L'élève n'est donc pas habitué à réfléchir à ses stratégies, il a beaucoup de peine à s'auto-évaluer, ce n'est pas dans sa nature, comme nous le dit Farr et Tone (1998, p.14).

En ce qui concerne les apprentissages effectués pendant la séquence, les élèves répondent à la question : as-tu l'impression d'être à l'aise en calcul réfléchi ? Pourquoi ?

3 ne se sentent pas à l'aise :

- « *Non, je ne suis pas à l'aise.*
- *Pas du tout, je n'arrive pas à les faire.*
- *Non, parce que c'est assez compliqué.* »

3 sont mitigés :

- « *A moitié, parce que je n'arrive pas à calculer très vite.*
- *Ca va parce que je ne suis pas très fort en mathématiques.*
- *Un peu mieux, c'est grâce à l'associativité.* »

9 élèves sont d'accord :

- « *Oui, parce que j'ai fait 5,5 au TA.*
- *Oui, parce que je sais bien calculer.*
- *Oui, parce que j'arrive mieux qu'avant.*
- *Oui, quand même un peu, parce que je me suis bien entraîné avec ce type de calculs.*
- *Oui, moi je le suis, car moi, j'aime bien faire des calculs réfléchis, même si parfois je me trompe.*
- *Oui, car je me suis entraîné à calculer.*
- *Oui, parce que je me suis entraîné au calcul réfléchi.*
- *Oui et non, je stresse un peu surtout au test.*
- *Oui, j'ai de la facilité à calculer.* »

Je remarque que quatre élèves constatent des améliorations dans leur manière de calculer après cette séquence. Deux élèves ne parlent que du test car pour certains élèves on n'apprend que pour les tests. En particulier en 8p, où l'orientation joue un si grand rôle. Je me demande comment donner assez de sens aux apprentissages, pour que l'évaluation ne soit pas vue comme un but en soi, mais comme une étape dans le processus d'apprentissage. Je trouve que mon portfolio de présentation aurait pu se passer d'un test sommatif, donc noté.

Pour terminer le chapitre, je souhaiterais mettre en avant tout ce qui a été concluant dans mon enseignement. Au niveau des mathématiques, je trouve que les élèves ont rapidement pris en charge leurs apprentissages, grâce à leur imprégnation des deux propriétés de l'addition. Ils ont tous réussi à trouver une méthode personnelle de résolution de calcul parmi toutes celles enseignées. Au niveau de mon enseignement, les élèves ont été capables de réfléchir à leurs stratégies face à un calcul et à se positionner sur le portfolio. La plupart des élèves a réussi à se fixer des objectifs pour s'améliorer et se sent à l'aise en calcul réfléchi grâce à l'entraînement effectué.

8. Conclusion

Pour conclure, je souhaiterais revenir sur ma question de recherche et mes hypothèses.

A propos de ma question de recherche : Comment développer des compétences en calcul réfléchi par la mise en place d'une séquence mathématique s'appuyant sur un jeu : *La clé des chiffres*? Je répondrais que l'expérience vécue durant l'automne et l'analyse que j'en fais aujourd'hui, me permettent d'affirmer que l'enseignement-apprentissage du calcul réfléchi, tel que je l'ai conçu, a produit des résultats positifs chez les élèves. D'ailleurs, les trois éléments principaux posés dans mes hypothèses ont été opérationnalisés en classe, soit: une manière ludique d'enseigner, des élèves acteurs de leurs apprentissages et l'utilisation d'un portfolio.

Pour la première hypothèse, je dirais que j'ai réussi à transmettre de manière ludique des stratégies et des procédures de calcul réfléchi. Je suis convaincue que ces compétences sont utiles pour la scolarité future des élèves, en mathématiques. J'ai réussi à laisser une part de liberté aux élèves dans l'utilisation de la procédure qu'ils souhaitaient mettre en œuvre pour résoudre les situations-problèmes. Je ne pense pas que ce type d'enseignement soit réellement inductif, même s'il demande aux élèves de trouver une règle face à un corpus d'exemples. Ici,

chaque élève cherche et trouve sa procédure, mais pas de nouvelles règles à chaque situation-problème. Il est vrai que les termes des additions étaient choisis pour orienter les élèves vers une certaine procédure. En effet, la décomposition selon notre système de numération en – MCDU est une procédure qui fonctionne pour toutes les additions, quels que soient les termes.

Ma deuxième hypothèse insistait sur la participation active des élèves et leur découverte de nouvelles règles, ne se vérifie que partiellement à la fin de mon enseignement. *La clé des chiffres* ne se prête pas bien à l'induction des connaissances.

Ma dernière hypothèse concerne l'utilisation de la métacognition dans le portfolio pour aider les élèves à réfléchir à leurs stratégies de calcul, à se fixer des objectifs, à faire le point sur ce qu'ils savent effectivement. Celle-ci est aussi partiellement vérifiée, car j'établis par mes analyses que la métacognition aide à donner un enseignement plus efficace.

Ma méthodologie de récoltes de fiches d'aide du portfolio m'a permis de me rendre compte des processus d'apprentissage des élèves et de leurs observations. Pour cela, je me suis concentrée sur deux aspects : les mathématiques et l'enseignement. A partir des réponses des élèves récoltées, j'ai pu analyser mes observations durant l'enseignement et identifier les procédures de calcul utilisées par les élèves, afin d'émettre des constats et des pistes pour améliorer la séquence d'enseignement.

J'ai aussi découvert un nouvel outil d'apprentissage grâce à mon mémoire : le portfolio. Il est mis au service du concept de métacognition, souvent peu utilisé en classe, faute de temps. Il permet aux élèves d'explicitier, de questionner et de partager leurs stratégies. Les élèves expriment ce qu'ils ont appris et se situent face aux apprentissages en cours tout en expliquant leurs facilités ou lacunes. Pour guider les élèves dans ce processus, l'enseignant les questionne et énonce clairement les objectifs à atteindre en fin de séquence.

Je me suis rendue compte que le portfolio, pour être réellement utile, est à utiliser quotidiennement et non à la fin de la séquence. L'élève peut ainsi aisément marquer à chaque fin de leçon où il en est et ce qu'il voudrait réussir la prochaine fois. C'est une manière de travailler que l'enseignant inclut dans la routine d'un nouvel apprentissage.

Je connais maintenant l'importance que j'avais supposée à l'enseignement du calcul réfléchi : il justifie clairement sa place dans les programmes scolaires. Il renforce les capacités mathématiques des élèves, l'utilisation et la compréhension des algorithmes où les propriétés des opérations sont utilisées. Il est donc primordial de lui donner une place quotidienne dans les 5 périodes de mathématiques hebdomadaire.

Je constate aussi que chaque élève a réussi à trouver sa procédure de calcul et que certains ont même réussi à en maîtriser deux. Chaque élève est arrivé à résoudre deux situations-problèmes à chaque période d'enseignement. Si certains avaient besoin de noter quelques résultats intermédiaires, j'ai été étonnée de constater que beaucoup d'élèves n'en avaient pas besoin. Chaque élève a réussi à intégrer les deux propriétés de l'addition et à définir avec ses mots ce qu'elles sont. Certains élèves sont plus à l'aise que d'autres dans leur utilisation.

Ma problématique sur le calcul réfléchi a été utile pour ces élèves, même s'ils sont en fin de primaire et ont déjà pratiqué des additions depuis plusieurs années. Pour mesurer leurs compétences, j'ai utilisé la même procédure à chaque fois : comptabiliser les réponses des élèves et les rassembler selon leurs ressemblances. Ceci m'a permis de faire des constats clairs sur l'orientation de leurs réponses en m'appuyant sur des observations personnelles durant mon enseignement et sur mon cadre théorique. Un questionnaire nouveau est apparu lors de mes recherches : comment utiliser le portfolio de manière efficace comme support à l'apprentissage et à la métacognition ?

Je souhaite réutiliser dans mes futures classes ce dispositif. Il a effectivement l'avantage de s'adapter à toutes les situations selon les opérations et l'ordre de grandeur des nombres choisis. Je constate que l'utilisation répétée du jeu *La clé des chiffres* permettrait aux élèves d'être plus à l'aise en calcul réfléchi. S'il est vrai que l'on trouve une hétérogénéité de niveaux forte dans la classe, celle-ci doit être prise en compte lors de son enseignement. Tout au long de mon enseignement, j'ai montré une manière de faire pour développer les compétences des élèves en calcul réfléchi. De plus, mon utilisation du portfolio pour conclure ma séquence d'enseignement aurait davantage profité aux élèves si elle avait été introduite au fur et à mesure.

J'encourage donc les enseignants à davantage enseigner et entraîner le calcul réfléchi en classe; en mettant en évidence les diverses procédures à disposition et en pointant les propriétés de l'opération. Chaque élève pourra alors, à son rythme, intégrer les éléments dont il a besoin pour résoudre de manière efficace des calculs à l'aide de l'outil de calcul le mieux adapté à la situation-problème et plus spécifiquement au calcul réfléchi.

9. Ma bibliographie

Cadre théorique

Bouhon, M., De Kesel, M., Dufays, J.-L., Plumet, J. (2013). *La planification des apprentissages. Comment les enseignants préparent-ils leurs cours ?* Belgique : Presses Universitaires de Louvain. 106-107.

Brousseau G. (1982). Les objets de la didactique des mathématiques, in Actes de la Deuxième école d'été de didactique des mathématiques, France.

Brousseau, G. (1998). Le contrat didactique, l'enseignant, l'élève, le milieu. In G. Brousseau & N. Balacheff (Eds.), *Théorie des situations didactiques : didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble: La pensée sauvage. Repéré à <http://www.cfem.asso.fr/actualites/Brousseau.pdf>

Clerc-Georgy, A., Martin, D. (2012). *Le questionnement métacognitif*. Repéré à <http://elearning.hepl.ch/course/view.php?id=105>

Direction générale de l'enseignement obligatoire (2014). Cadre générale de l'évaluation Repéré à http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/organisation/dfj/dgeo/fichiers_pdf/CGE_2013_2015.pdf

Ducré, M. (2015). Cours 2, Module BP43-ENS Régulations des apprentissages et évaluation. Repéré à <http://elearning.hepl.ch/course/view.php?id=105>

Plan d'études romand (2014). Repéré à http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_23/

Recherche-action

Adamczewski, G. (1988). Autour des mots. La recherche-action. Dans Programme de psychologie et de sociologie de l'éducation et de la formation, *Recherches et pratiques en formation*. (vol. 3). Paris.

Portfolio

Farr, R., Tone, B. (1998). *Le portfolio au service de l'apprentissage et de l'évaluation*. Montréal : Chenelière.

Scallon, G. (2004). *Le portfolio ou dossier d'apprentissage guide pratique. L'évaluation Sommative et Ses Rôles Multiples*. Repéré à http://www.er.uqam.ca/nobel/r17165/ENSEIGNEMENT/FTP7550/NOTES/SCALLON_EVALUATION.pdf#page=85

Jeux

Brousseau, G. P. (2002). *Les doubles jeux de l'enseignement des mathématiques*. Revue Du Centre de Recherches En Education, Université de Saint Etienne, (22-23), 83–155.

Musset, M., & Thibert, R. (2009). *Quelles relations entre jeu et apprentissages à l'école? Une question renouvelée*. Dossier D'actualité de La VST, (48). Repéré à http://www.ffjdr.org/wp-content/uploads/Jeu_et_apprentissage.pdf

Calcul réfléchi

Algorithme de l'addition [mars 2015]. Repéré à <http://edusofad.com/www/demo/wged-mat/images-wiki/thumb/3/34/Mathv1m01p2e1.png/106px-Mathv1m01p2e1.png>

Artigue, M. et al. (1990). *Recherche en didactique des mathématiques*. (vol. 10, n°2.3, pp.133-170) Grenoble : la pensée Sauvage.

Aymon, H. et al. (2009). Livre du maître pour les cahiers de calcul VS. [mai 2014] Repéré à http://animation.hepvs.ch/mathematiques/index.php?option=com_rokdownloads&view=folder&Itemid=85

Degallaix, E. et Meurice, B. (2003). *Outils pour enseigner : construire des apprentissages au quotidien*. Bruxelles : De Boeck, 53-55.

Gagnebin, A., Guignard, N., Jaquet, F. (1997). *COROME : Apprentissage et enseignement des mathématiques : commentaires didactiques sur les moyens d'enseignement pour les degrés 1 à 4 de l'école primaire*. Bienne : Ediprim SA.

Licitri, C. & Gaspard, C. (2008) CALCUL MENTAL AUX CYCLES 2 & 3. Repéré à <http://www.ac-grenoble.fr/ien.st-julien-en-genevois/spip.php?article284>

Scallon, G. (2007). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. De Boeck (chapitre 10) : Canada.

Vergnaud, G. (1986). Psychologie du développement cognitif et didactique des mathématiques: un exemple, les structures additives. *Grand N*, 38, 21-40.

10. Remerciements

Un grand merci à M. Dias de m'avoir fait part de sa découverte du jeu russe sur le calcul réfléchi. Je remercie également M. Robellaz de m'avoir laissé tester *La clé des chiffres* dans sa classe de 8p. J'adresse aussi ma gratitude à Mme. Stierli-Cavat, qui m'a patiemment guidée et relue. Je remercie ma famille de m'avoir soutenue et corrigée. J'adresse une pensée particulière à mon défunt grand-père, qui aimait tant les mathématiques.

11. Annexes

A0 : Fiches pour écrire en cas de besoin.

A1 : Mes sentiments à l'égard des mathématiques et du calcul.

A2 : Mes stratégies de calcul devant une situation problème : avant-pendant-après.

A3 : Propriétés de l'addition à définir.

A4 : Juger de mon évolution.

A5 : Lettre pour présenter mon dossier.

A6 : TA : test assimilé.

A7 : Planifications de leçons initiales et modifiées.

A8 : 4 situations-problèmes avec 6 termes.

A9 : Evaluation simplifiée pour 3 élèves.

Annexes non-utilisées sur la multiplication: (+)

Propriétés de la multiplication

Juger de mon évolution- 2

Planification

6 annexes de traces anonymes récoltées :

1. Planification avec mes notes : A7
2. Stratégies d'un élève : A2
3. Propriétés définies par un élève : A3
4. Explication de l'évolution d'une élève : A4
5. Lettre écrite par un élève : A5
6. Test d'un élève : A6

Résumé

J'ai mené une recherche-action sur l'enseignement du calcul réfléchi en 8p. J'ai utilisé deux supports : un jeu nommé *La clé des chiffres* et un portfolio. Mon but étant d'aider les élèves à trouver une manière efficace de résoudre des additions à trois termes composées de nombres à 3 chiffres, j'ai planifié une séquence d'enseignement sur l'apprentissage du calcul réfléchi. Elle se compose de différents moments tels que : découverte de la situation-problème, phase de calculs, mise en commun des procédures de calcul et institutionnalisation. La séquence d'enseignement se termine par un test significatif où l'élève utilise obligatoirement deux procédures de calcul pour chaque situation-problème.

Dans ma séquence d'enseignement, j'ai dévolué la situation-problème aux élèves et j'ai insisté sur la métacognition. J'ai utilisé un jeu russe, que j'ai adapté, de manière à effectuer des choix de variables didactiques en fonction des objectifs fixés. Mon but est de développer par ce jeu de réelles compétences en calcul réfléchi chez les élèves, car il est adaptable et utilisable à tous les niveaux scolaires.

J'encourage donc les enseignants à enseigner davantage le calcul réfléchi à leurs élèves, afin de consolider entre autres l'apprentissage des algorithmes en colonne, ce qui leur donnera de réelles chances dans leur scolarité future.

Mots clés

Mathématiques

Calcul réfléchi

Recherche-action

Jeu

Champ conceptuel de l'addition

Métacognition