



HAL
open science

Le calcul réfléchi en CE1 : calcul@tice comme outil de remédiation

Marie Desmadryl-Gabriel

► **To cite this version:**

Marie Desmadryl-Gabriel. Le calcul réfléchi en CE1 : calcul@tice comme outil de remédiation. Education. 2017. dumas-01407980

HAL Id: dumas-01407980

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01407980>

Submitted on 2 Dec 2016

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

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

ECOLE SUPERIEURE DU PROFESSORAT
ET DE L'EDUCATION DE L'ACADÉMIE DE PARIS

**LE CALCUL REFLECHI EN CE1 :
CALCUL@TICE COMME
OUTIL DE REMEDIATION ?**

MARIE DESMADRYL-GABRIEL

Professeur des écoles

Mémoire de master « MEEF » Mention « Premier degré »

Groupe M2 A

DIRECTEUR DU MÉMOIRE : PIERRE CAMPET

ANNÉE : 2015 / 2016

*Mots-clés : calcul, numérique, motivation, différenciation,
mathématiques*

SOMMAIRE

Introduction	3
1. Le calcul réfléchi : définition et enjeux	5
1.1. Définition du calcul réfléchi	5
a) Calcul réfléchi versus calcul automatisé	5
b) Calcul mental, calcul écrit, calcul instrumenté	6
c) Un calcul réfléchi qui va au-delà du strict calcul	7
d) Calcul exact et calcul approché	8
1.2. Les enjeux liés au calcul réfléchi	9
a) Les enjeux pratiques du calcul réfléchi.....	9
b) Les enjeux liés à l'enseignement du calcul réfléchi	9
c) La place du calcul réfléchi dans les programmes scolaires	12
2. Les activités mises en place et les difficultés rencontrées	14
2.1. Les objectifs visés	14
a) Se forger une représentation solide des nombres et des liens qu'ils établissent entre eux	14
b) Mémoriser les résultats courant qui serviront de points d'appui pour les calculs	14
c) Développer les premières stratégies de calcul.....	15
2.2. Les activités proposées	15
a) Les fiches de calcul	15
b) Les jeux	17
c) Le fichier de mathématiques.....	19
2.3. Les élèves en difficulté.....	20
a) La suite des nombres n'est pas maîtrisée	20
b) L'ordre de grandeur des nombres n'est pas compris	21
c) Les points d'appui habituels ne sont pas mémorisés	22
d) Le surcomptage est utilisé systématiquement pour tous les calculs.....	22
2.4. Les remédiations mises en place	22
3. Les atouts d'un outil numérique tel que calcul@tice.....	24
3.1. Présentation de l'application calcul@tice	24
3.2. L'intérêt « a priori » d'un outil numérique	27
3.3. Les séances mises en place	29
3.4. Le bilan.....	31
a) Les points positifs	31
b) Les points de vigilance	34
Conclusion	39

Introduction

Le calcul réfléchi m'a toujours semblé être un élément primordial et fondamental dans le domaine des mathématiques. Il est très utile dans la vie courante pour trouver rapidement un résultat ou estimer un ordre de grandeur. En outre, il m'est toujours apparu comme une activité ludique, stimulante, permettant de développer l'intelligence et l'agilité d'esprit.

Lorsque j'ai commencé à m'intéresser à son enseignement en devenant professeur des écoles, j'ai réalisé à quel point les apprentissages en calcul réfléchi étaient bénéfiques pour les élèves. En particulier, en passant par la manipulation des nombres et des opérations, ils permettent de donner du sens aux éléments numériques et de consolider la compréhension des nombres, des opérations et de leurs propriétés. Ainsi, François Boule écrit dans un ouvrage consacré au calcul mental¹ :

Au-delà de vertus traditionnellement rappelées (« gymnastique intellectuelle », « adresse de l'esprit », « développement de l'attention et de la mémoire »), le calcul mental vise à établir et renforcer des représentations numériques et la structuration de l'ensemble des nombres. C'est en cela qu'il contribue à une meilleure compréhension des opérations numériques et de leurs propriétés principales.

Ayant été nommée cette année professeur stagiaire dans une classe de CE1, c'est donc très naturellement que j'ai mis en place dès le début de l'année des activités récurrentes et soutenues consacrées au calcul réfléchi. J'ai été impressionnée par la facilité avec laquelle certains élèves manipulaient les nombres. Ces élèves disposaient d'une représentation solide des nombres, de points d'appui ancrés (doubles, compléments à 10) qui leur permettaient déjà d'élaborer des procédures efficaces pour réaliser les calculs. Les apprentissages effectués depuis la maternelle sur les nombres étaient réellement compris et les élèves avaient su s'approprier le sens des nombres et des opérations. A l'inverse, deux élèves sont apparus en grande difficulté lors de ces activités. Pour eux, au contraire, les nombres avaient manifestement peu de sens. Ils ne comprenaient pas la logique de la suite des nombres, ne disposaient d'aucun point de repère et d'aucun résultat mémorisé. J'ai proposé à ces élèves différentes pistes de remédiation, sans résultat concluant.

Au mois de décembre, mon professeur de mathématiques à l'ESPE m'a suggéré d'utiliser un outil numérique pour travailler avec ces deux élèves en difficulté. Il s'agissait de calcul@tice,

¹ BOULE François, *Le calcul mental au quotidien*, Dijon, CRDP de l'académie de Dijon, 2012

une application proposant des exercices de calcul réfléchi en ligne. Cette piste m'a semblé très intéressante ; le recours aux techniques numériques étant d'ailleurs fortement recommandé aujourd'hui dans l'enseignement :

Le numérique à l'École s'inscrit chaque jour davantage dans la culture professionnelle des enseignants. Il leur offre de nombreuses opportunités pour enrichir et diversifier leurs enseignements et les apprentissages, pour prendre en compte la diversité de leurs élèves.²

La question posée par ce dispositif numérique, et qui sera la problématique de notre mémoire, est alors la suivante : l'outil numérique, et en l'occurrence ici calcul@tice, peut-il constituer un outil de remédiation efficace face à des difficultés persistantes en calcul réfléchi ? En offrant des interfaces inédites, des modes d'action différents, peut-il permettre de surmonter des difficultés résistant à d'autres types de remédiation ? Peut-il constituer une nouvelle voie d'apprentissage, capable de provoquer un « déclic » chez certains élèves, et donc un nouvel outil performant à intégrer dans les dispositifs de différenciation pédagogique ?

Pour tenter de répondre à ces questions, nous définirons dans un premier temps ce que l'on entend par « calcul réfléchi » et quels sont les enjeux liés à son enseignement. En effet, les appellations liées à ce type de calcul ont constamment évolué au fil des années (calcul mental, calcul raisonné, calcul réfléchi...), recouvrant des champs différents, et il est important de bien cerner ce que l'on inclut dans le domaine du calcul réfléchi.

Dans un deuxième temps, nous présenterons les activités liées au calcul réfléchi mises en place dans ma classe de CE1 depuis le début de l'année, ainsi que les difficultés rencontrées par les deux élèves mentionnés ci-dessus.

Enfin, dans la troisième partie, nous expliquerons le dispositif proposé avec calcul@tice pour remédier à ces difficultés et analyserons les différents résultats observés, qu'il s'agisse de points positifs ou de points de vigilance.

² « Acquérir des ressources numériques pour l'école », 2015, <http://eduscol.education.fr>

1. Le calcul réfléchi : définition et enjeux

Il est important, avant d'analyser les activités mises en place, de définir ce que l'on entend par « calcul réfléchi » et d'en préciser les grands enjeux.

1.1. Définition du calcul réfléchi

Comme l'indique Annie Rodriguez dans son ouvrage consacré au calcul réfléchi³ :

Cette appellation de calcul mental REFLECHI n'est apparue qu'en 2002 lors des nouveaux programmes ; le calcul mental d'abord valorisé (moitié du siècle dernier) puis décrié (après 1968), enfin réhabilité (1995) se redéfinit. On y distingue les automatismes – mémoires de résultats – les calculs non posés et les méthodes raisonnées.

Pour tenter de cerner toute l'envergure du calcul réfléchi, nous l'aborderons ici sous différents angles.

a) Calcul réfléchi versus calcul automatisé

Une première caractérisation du calcul réfléchi peut être faite en l'opposant au calcul automatisé.

Le calcul réfléchi est en effet un calcul nécessitant l'élaboration d'une procédure originale et adaptée aux nombres en jeu. Cette procédure s'appuie à la fois sur des résultats mémorisés et sur l'utilisation des propriétés des nombres et des opérations. Elle passe généralement par une décomposition des nombres puis par des associations pertinentes faisant appel aux propriétés des opérations (commutativité, associativité, distributivité). Les procédures mises en œuvre sont donc personnelles, liées aux compétences d'un individu à un moment donné (points d'appui mémorisés et connaissance des propriétés).

A l'inverse, le calcul automatisé est la restitution de résultats ou de techniques mémorisés (comme les techniques opératoires). Le procédé de calcul est toujours identique et ne dépend pas de l'individu.

En ce sens, François Boule singularise le calcul réfléchi comme « un calcul sur les nombres plutôt que sur les chiffres »⁴. En effet, alors que le calcul réfléchi va tenir compte des

³ RODRIGUEZ Annie, *Un projet pour enseigner le calcul mental réfléchi*, Paris, Delagrave, 2009

propriétés des nombres pour établir une procédure adaptée, le calcul automatisé va au contraire mettre en œuvre un algorithme indépendant des nombres en jeu. En outre, les techniques opératoires étant effectuées colonne par colonne, elles privilégient le travail sur les chiffres (unités, dizaines, centaines, etc.) plutôt que sur les nombres.

Pourtant, étant donné que le calcul réfléchi prend appui sur des résultats mémorisés, l'entraînement en calcul réfléchi ne peut être indépendant du travail sur la mémorisation des résultats courants. Autant les techniques opératoires peuvent être un apprentissage parallèle au calcul réfléchi, autant les résultats mémorisés sont l'une des bases du calcul réfléchi et doivent être englobés dans le champ des apprentissages liés au calcul réfléchi. Il est donc important de dépasser le strict clivage, calcul réfléchi – calcul automatisé, et de comprendre que les apprentissages du calcul réfléchi et des résultats mémorisés sont interdépendants. Le calcul réfléchi est donc une pratique qui concilie automatisme et réflexion.

Dans la suite du mémoire, nous intégrerons donc les résultats mémorisés dans le domaine du calcul réfléchi ; les activités liées à cette mémorisation feront donc bien partie des objectifs que nous nous fixerons en calcul réfléchi.

b) Calcul mental, calcul écrit, calcul instrumenté

Le calcul réfléchi est souvent assimilé au calcul mental, c'est-à-dire à un calcul ne nécessitant aucun support écrit, effectué uniquement « de tête ». Or, dans le cadre du calcul réfléchi, certains calculs complexes peuvent passer par l'écriture de résultats intermédiaires pour ne pas encombrer la mémoire et continuer à effectuer les calculs de tête. Certaines procédures de calcul réfléchi peuvent également nécessiter le recours à l'écrit : arbres de calcul, réécriture de lignes d'opérations en travaillant sur les propriétés des nombres et des opérations (décompositions additives et multiplicatives)... Il s'agit bien toujours de calcul réfléchi puisque des procédures originales doivent être élaborées pour effectuer les calculs.

De la même façon, le calcul instrumenté (abaques, boulier, calculatrice...) peut intervenir dans des calculs réfléchis sans que cela change sa nature.

Il est intéressant de synthétiser ces différents modes de calcul dans un tableau à double entrée, indiquant à la fois les moyens de calcul et le type de calcul (réfléchi ou automatisé).

⁴ BOULE François, *Performances et démarches de calcul mental au cycle III*, Thèse de doctorat, Villeneuve-d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, 1997

	Calcul automatisé	Calcul réfléchi
Calcul mental	Tables d'addition et de multiplication, doubles et moitiés, multiplication par 10	Calculs dont les résultats s'obtiennent par des décompositions construites à partir des propriétés des opérations et des résultats mémorisés (sans support écrit)
Calcul écrit	Techniques opératoires posées	Calculs dont les résultats s'obtiennent par des décompositions construites à partir des propriétés des opérations et des résultats mémorisés (avec support écrit : arbres, droite numérique...)
Calcul instrumenté	Utilisation des fonctions de base de la calculatrice	Calculs dépassant les capacités de la calculatrice

Rappelons cependant que, comme nous l'avons vu juste avant, les résultats mémorisés seront intégrés dans le champ du calcul réfléchi, étant donné qu'ils sont un préalable indispensable au développement des procédures de calcul réfléchi.

c) Un calcul réfléchi qui va au-delà du strict calcul

Le calcul réfléchi est indissociable du sens des nombres ; il implique forcément une compréhension solide de la logique des nombres, une intelligence des nombres et de leurs propriétés qui va permettre de mettre en œuvre des procédures. En ce sens, le calcul réfléchi ne peut se limiter à la résolution d'opérations de calcul, il englobe également toutes les activités liées à la connaissance des nombres.

Selon François Boule⁵ :

On peut même soutenir que le calcul commence dès lors que l'on est capable d'énoncer la suite des entiers dans l'ordre croissant ou décroissant, c'est-à-dire d'établir des liens entre les éléments numériques.

Dans cette optique, le calcul réfléchi recouvre toutes les activités qui vont permettre de développer les connaissances élémentaires sur les nombres (connaître la suite des nombres

⁵ BOULE François, *Le calcul mental au quotidien*, op. cit.

orale et écrite, savoir trouver le nombre juste avant ou juste après un nombre donné...) et les relations arithmétiques entre les nombres (connaître les décompositions de 10, savoir que 10 est le double de 5, la moitié de 20, le résultat de 2 fois 5, etc...).

Le calcul réfléchi va donc à la fois s'appuyer sur les représentations mentales des nombres, mais aussi permettre de renforcer et de développer ces représentations.

Dans la suite du mémoire, les apprentissages en calcul réfléchi intégreront donc des activités ne nécessitant pas de « calcul » à proprement parler, mais rattachées à la numération et permettant de développer les capacités calculatoires (par exemple, dans la deuxième partie, le jeu du furet et le jeu du portrait).

d) Calcul exact et calcul approché

Le calcul réfléchi englobe également le calcul approché. Ainsi, le calcul exact et le calcul approché peuvent être considérés comme deux facettes complémentaires du calcul. Le calcul approché va permettre d'estimer un ordre de grandeur, un résultat approximatif, pour anticiper ou contrôler la vraisemblance d'un résultat.

Estimer le résultat d'un calcul avant de l'effectuer est une habitude qu'il faut inculquer dès le plus jeune âge. C'est ainsi que l'on comprend vraiment la situation que l'on traite, qu'on s'initie aux ordres de grandeur et qu'on prend la bonne habitude de réfléchir avant de calculer.⁶

Le calcul approché ne se substitue pas au calcul exact ; il doit être travaillé parallèlement à lui.

Au terme de cette caractérisation, le domaine du calcul réfléchi apparaît comme extrêmement complet et riche, ambitionnant de « dépasser les oppositions calcul/raisonnement, calcul exact/calcul approché, calcul mental/calcul instrumenté. »⁷

⁶ COPIRELEM, *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation*, ARPEME, 2012

⁷ RODRIGUEZ Annie, *Un projet pour enseigner le calcul mental réfléchi*, op. cit.

1.2. Les enjeux liés au calcul réfléchi

a) Les enjeux pratiques du calcul réfléchi

Dans la vie quotidienne, le calcul réfléchi est extrêmement utile. Il permet d'accéder rapidement à un résultat dans des situations courantes pour lesquelles on ne dispose pas d'instrument de calcul. L'entraînement au calcul réfléchi a ici pour enjeu de mettre en place des moyens efficaces de calculer, facilement mobilisables dans la vie courante.

Au quotidien, le calcul approché est tout aussi utile que le calcul exact : il va permettre de disposer rapidement d'un ordre de grandeur, de la valeur approchée d'une opération ou de contrôler un résultat.

b) Les enjeux liés à l'enseignement du calcul réfléchi

Dans son ouvrage consacré au calcul mental à l'école primaire, la COPIRELEM (Commission nationale issue des IREM, Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, spécialisée dans l'enseignement des mathématiques à l'école primaire) indique que « Les recherches sur les apprentissages mathématiques des élèves mettent en évidence de nombreux avantages liés à une pratique régulière et pertinente de calcul mental dans les classes. »⁸

On peut ainsi identifier différents enjeux liés à l'apprentissage du calcul réfléchi.

Développer les capacités de raisonnement

Comme nous l'avons vu, le calcul réfléchi demande à l'élève de trouver une procédure adaptée au calcul proposé, et non d'appliquer automatiquement une technique opératoire enseignée. De cette façon, le calcul réfléchi incite l'élève à se poser des questions, à prendre des initiatives et à faire des choix. Il développe ainsi un comportement de recherche chez l'élève, des compétences d'ordre méthodologique et renforce la capacité de raisonnement de l'élève. Cette attitude est à privilégier dans le domaine des mathématiques et même dans l'ensemble des domaines. C'est donc un aspect très intéressant du calcul réfléchi.

En outre, les phases collectives d'explicitation des procédures sont extrêmement enrichissantes pour les élèves. En effet, les procédures étant personnelles, une multiplicité de réponses va être proposée pour chaque calcul et les élèves vont ainsi pouvoir confronter leurs stratégies et en faire profiter les autres élèves. Ces échanges extrêmement riches sont un pivot

⁸ COPIRELEM, *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation*, op. cit.

des séances de calcul réfléchi. Ainsi, « l'exploitation des diverses procédures utilisées par les élèves pour un même calcul permet de mettre l'accent sur les raisonnements mobilisés et sur les propriétés des nombres et des opérations. »⁹

Entraîner la mémorisation

La pratique du calcul réfléchi entraîne et nécessite la mémorisation progressive des faits numériques. La mémorisation des résultats courants (tables d'addition, doubles et moitiés, tables de multiplication) est indispensable au calcul réfléchi. Ces résultats servent de points d'appui pour décomposer ou associer les nombres de façon pertinente afin que le calcul soit le plus simple possible. Plus les élèves auront des points d'appui solides, et plus ils pourront manipuler les nombres de façon efficace. En outre, le fait de pouvoir restituer facilement certains résultats leur permet de libérer des ressources et de concentrer leur attention sur les recherches de procédures et les tâches qui demandent de la réflexion. La mémorisation des résultats simples est donc une condition nécessaire pour accéder à des procédures de calcul plus élaborées.

Par ailleurs, les résultats mémorisés vont aussi être utilisés dans la mise en œuvre des techniques opératoires automatisées. De la même façon que pour le calcul réfléchi, le fait de pouvoir faire appel rapidement à un répertoire bien établi permettra à l'élève de se concentrer sur l'application de la technique opératoire elle-même. Cela lui permettra peut-être même de vérifier en partie les résultats obtenus via la technique opératoire. Dans son ouvrage consacré au calcul mental, François Boule souligne ainsi que : « le déficit de maîtrise du calcul mental fragilise gravement l'apprentissage des techniques écrites. (...) Il importe clairement que ces techniques écrites s'appuient sur une pratique du calcul mental au lieu de s'y substituer. »¹⁰

Les évaluations nationales en CE2 montrent d'ailleurs que, dans le domaine des opérations posées en colonnes, les erreurs proviennent plus souvent d'une mauvaise connaissance des tables d'addition ou de multiplication, que d'une maîtrise insuffisante des techniques opératoires elles-mêmes.¹¹

Pour toutes ces raisons, il est donc essentiel que les élèves se constituent progressivement un répertoire solide de résultats mémorisés qu'ils pourront mobiliser rapidement et de façon assurée.

A partir d'expériences menées auprès d'enfants, François Boule¹² explique le processus qui

⁹ COPIRELEM, *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation*, op. cit.

¹⁰ BOULE François, *Le calcul mental au quotidien*, op. cit.

¹¹ <http://evace26.education.gouv.fr>

¹² BOULE François, *Le calcul mental au quotidien*, op. cit.

permet la construction progressive de ce répertoire. Les résultats sont d'abord « reconstruits » en surcomptant ou en prenant appui sur des premiers résultats déjà connus (par exemple, l'élève calculera que $8 + 7 = 15$ en prenant appui sur le double mémorisé $8 + 8 = 16$). A force d'entraînement répété, le résultat passera ensuite dans la mémoire à long terme et sera mémorisé sous forme de message verbal du type « huit et sept, quinze ». Ce résultat pourra alors faire l'objet d'un simple rappel, sans nécessiter de calcul. Le cheminement cognitif va donc de la reconstruction de faits numériques à leur mémorisation et leur mise en réseau.

Ce processus met en évidence l'importance de la répétition et de l'entraînement si l'on veut réussir à enregistrer ces résultats dans la mémoire à long terme. Pour cela, l'entraînement au calcul réfléchi est essentiel, d'une part en répétant les résultats, et d'autre part en explicitant les procédures utilisées par d'autres élèves qui peuvent à nouveau mettre en évidence les résultats mémorisés sur lesquels ils s'appuient.

Au delà des résultats, le travail en calcul réfléchi incitera également à la mémorisation de certaines procédures qui peuvent être automatisées (par exemple les procédures pour ajouter 9, multiplier par 10, etc...).

Favoriser la résolution de problèmes

« Les chercheurs s'accordent pour dire que l'habileté en calcul mental est un déterminant de la réussite en résolution de problèmes »¹³. On peut facilement le comprendre par rapport aux deux points qui viennent d'être vus. D'une part, la capacité à mobiliser rapidement et sans effort des faits numériques mémorisés, permettra à l'élève de libérer de l'espace dans sa mémoire de travail et de concentrer ses facultés sur l'interprétation de l'énoncé et la recherche de résultats. D'autre part, la résolution de problèmes fait appel au même comportement de recherche et au même esprit d'initiative, que ceux développés dans l'élaboration de procédures en calcul réfléchi. Les élèves pourront ainsi plus facilement explorer rapidement différentes pistes de résolution. Pour ces deux raisons, l'entraînement en calcul réfléchi favorisera naturellement les aptitudes en résolution de problèmes.

Renforcer la connaissance des nombres et des opérations

Le calcul réfléchi vise à établir et renforcer les représentations numériques et la structuration de l'ensemble des nombres. En favorisant la manipulation des nombres, de multiples façons, le calcul réfléchi permet aux élèves d'accéder à une compréhension des nombres plus fine et plus approfondie. La confrontation et l'explicitation des différentes procédures possibles

¹³ COPIRELEM, *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation, op. cit.*

mettent en évidence les propriétés des nombres et des opérations et donnent du sens à ces propriétés, en travaillant leur application.

Si l'on repart du principe énoncé par François Boule selon lequel le calcul réfléchi débute dès l'énonciation de la suite numérique, on comprend bien que le calcul réfléchi va permettre aux élèves d'établir des liens entre les nombres et de donner du sens à ces nombres. L'élaboration des procédures ne venant que renforcer ce sens donné aux nombres.

On peut à cet effet citer à nouveau un passage de l'ouvrage de François Boule¹⁴ :

Le propre du calcul machinal (...), c'est qu'il délaisse l'intuition des nombres, l'ordre de grandeur (...). Le calcul mental restitue une part d'initiative et de choix ; il opère sur des nombres et permet d'enraciner l'ordre de grandeur, le sens des opérations et leurs propriétés algébriques (commutativité, associativité, distributivité).

Au vu de ces différents enjeux, on peut facilement s'accorder sur l'importance de l'enseignement du calcul mental, importance rappelée régulièrement dans les programmes scolaires.

c) La place du calcul réfléchi dans les programmes scolaires

Les programmes de l'école tiennent compte des enjeux importants qui viennent d'être présentés et accordent une place centrale au calcul réfléchi.

La nécessité d'un enseignement soutenu du calcul réfléchi apparaît dans les programmes dès le début du XX^{ème} siècle :

Les exercices de calcul mental figureront à l'emploi du temps et ne devront pas être sacrifiés à des occupations considérées comme plus importantes : aussi bien les avantages du calcul mental ne se bornent pas aux services qu'il rend chaque jour à celui qui s'est familiarisé avec sa pratique ; il constitue une excellente gymnastique pour l'assouplissement et l'adresse de l'esprit aux prises avec les questions mathématiques. (1909)¹⁵

Les programmes de 2008 donnent également une place fondamentale au calcul mental, en rappelant son rôle dans la compréhension des nombres :

L'entraînement quotidien au calcul mental permet une connaissance plus approfondie des nombres et une familiarisation avec leurs propriétés. (2008)¹⁶

¹⁴ BOULE François, *Le calcul mental au quotidien*, op. cit.

¹⁵ BOULE François, *Le calcul mental au quotidien*, op. cit.

¹⁶ BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008, *Cycle des apprentissages fondamentaux – Programme du CP et du CE1*

Les nouveaux programmes du cycle 2, qui seront mis en application en septembre 2016, insistent encore davantage sur le sens qui doit être donné au calcul et sur l'interdépendance entre calcul réfléchi et résultats mémorisés :

Au cycle 2, le sens et l'automatisation se construisent simultanément. La compréhension est indispensable à l'élaboration de savoirs solides que les élèves pourront réinvestir et l'automatisation de certains savoir-faire est le moyen de libérer des ressources cognitives pour qu'ils puissent accéder à des opérations plus élaborées et à la compréhension. Tous les enseignements sont concernés. En mathématiques par exemple, comprendre les différentes opérations est indispensable à l'élaboration de ces savoirs que les élèves réinvestissent. En parallèle, des connaissances immédiatement disponibles (comme les résultats des tables de multiplication) améliorent considérablement les capacités de « calcul intelligent », où les élèves comprennent ce qu'ils font et pourquoi ils le font. (2016)¹⁷

Dans ces nouveaux programmes, le comportement de recherche est encouragé et le calcul est avant tout un outil pour mieux comprendre le monde :

La pratique du calcul, l'acquisition du sens des opérations et la résolution de problèmes élémentaires en mathématiques permettent l'observation, suscitent des questionnements et la recherche de réponses, donnent du sens aux notions abordées et participent à la compréhension de quelques éléments du monde. (2016)¹⁸

Enfin, parmi les objectifs de connaissances et de compétences pour la maîtrise du socle commun de 2016, un item est consacré au calcul, et en particulier au calcul approché :

L'élève pratique le calcul, mental et écrit, exact et approché, il estime et contrôle les résultats, notamment en utilisant les ordres de grandeur. (2016)¹⁹

¹⁷ BOEN spécial n° 11 du 26 novembre 2015, *Programme d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2)*

¹⁸ BOEN spécial n° 11 du 26 novembre 2015, *Programme d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2) - Domaine 4, Les systèmes naturels et les systèmes techniques*

¹⁹ Décret n° 2015-372 du 31 mars 2015 - J.O. du 2 avril 2015, *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*

2. Les activités mises en place et les difficultés rencontrées

2.1. Les objectifs visés

Au CE1, le travail autour du calcul réfléchi doit permettre aux élèves d'atteindre trois grands objectifs.

a) Se forger une représentation solide des nombres et des liens qu'ils établissent entre eux

La mise en place des premières représentations (suite numérique verbale ou écrite, constellations...) a fait l'objet d'apprentissages dans les classes de maternelle et de CP. Il s'agit à présent de consolider ces représentations et d'aller plus loin dans la suite numérique (jusqu'à 999). Dans ce cadre, des activités permettant de travailler la suite logique des nombres et les relations entre les nombres sont proposées, en appliquant différentes variables didactiques pour progresser dans les apprentissages :

- réciter les nombres dans l'ordre croissant ou décroissant, en comptant de 1 en 1, de 2 en 2 (travail sur les nombres pairs et impairs), de 5 en 5, de 10 en 10, de 100 en 100... à partir de 0 ou d'un nombre donné,
- trouver le nombre juste avant, juste après, entre deux nombres, trouver la dizaine suivante, la centaine suivante, comparer des nombres.

b) Mémoriser les résultats courant qui serviront de points d'appui pour les calculs

Comme nous l'avons vu dans la première partie, il est essentiel que chaque élève se constitue peu à peu un répertoire de résultats mémorisés et disponibles immédiatement qui lui serviront de points d'appui pour les calculs. En CE1, certains résultats du répertoire additif commencent à être mémorisés par les élèves, mais beaucoup d'élèves doivent encore reconstruire les résultats courants en passant par le calcul. Pour renforcer la mémorisation du répertoire additif et commencer l'élaboration du répertoire multiplicatif, des entraînements réguliers sont aussi proposés autour des :

- tables d'addition, doubles et moitiés,
- compléments à 5, compléments à 10, décompositions de 10, compléments à la dizaine supérieure,
- tables de multiplication, produit par 10.

c) Développer les premières stratégies de calcul

En prenant progressivement appui sur les résultats mémorisés et les propriétés des nombres et des opérations, les élèves vont pouvoir peu à peu mettre en place et optimiser leurs stratégies de calcul. Pour cela, différents types d'exercices sont proposés, permettant aux élèves de consolider leurs stratégies, les élèves ayant bien sûr comme consigne de ne pas utiliser les techniques opératoires posées :

- additionner des nombres : additionner 2 petits nombres (appui sur les décompositions de 10 ou sur les doubles), additionner 1 nombre à 1 chiffre à 1 nombre à 2 ou 3 chiffres, additionner 2 nombres à 2 ou 3 chiffres, avec ou sans retenues, ajouter des dizaines, des centaines,
- soustraire des nombres : soustraire 2 petits nombres, soustraire 1 nombre à 1 chiffre à 1 nombre à 2 ou 3 chiffres, soustraire 2 nombres à 2 ou 3 chiffres, avec ou sans retenues, soustraire des dizaines, des centaines,
- ajouter et soustraire 9, ajouter et soustraire 11,
- décomposer un nombre.

2.2. Les activités proposées

Pour travailler le calcul réfléchi dans ma classe de CE1, j'ai envisagé différents dispositifs.

a) Les fiches de calcul

Depuis le début de l'année scolaire, chaque mardi matin, une petite fiche est distribuée aux élèves avec 20 calculs en ligne à effectuer le plus rapidement possible et sans poser les opérations. Les fiches sont ensuite notées (nombre de bons résultats par rapport au nombre total de résultats) et collées dans le cahier du jour. La mention « Champion ! » ou « Championne ! » est ajoutée sur les fiches des élèves dont tous les résultats sont bons.

Prénom : _____ Date : 08/12/2015

Calcule les additions. *Championne !* do

$9 + 9 = 18$	$91 + 6 = 97$
$50 + 50 = 100$	$63 + 100 = 163$
$46 + 9 = 55$	$114 + 8 = 122$
$120 + 34 = 154$	$157 + 20 = 177$
$8 + 75 = 83$	$9 + 168 = 177$
$6 + 4 + 8 = 18$	$40 + 30 + 20 = 90$
$100 + 20 + 9 = 129$	$70 + 100 + 8 = 178$

Calcule les soustractions.

$10 - 6 = 4$	$78 - 52 = 26$
$50 - 5 = 45$	$126 - 14 = 112$
$100 - 80 = 20$	$152 - 31 = 121$

Prénom : _____ Date : 16/11/2015

Calcule les additions. *Champion !* do

$8 + 6 = 14$	$9 + 9 = 18$
$5 + 7 = 12$	$4 + 10 = 14$
$8 + 8 = 16$	$3 + 9 = 12$
$25 + 4 = 29$	$32 + 5 = 37$
$18 + 6 = 24$	$8 + 43 = 51$
$45 + 32 = 77$	$55 + 42 = 97$
$33 + 24 = 57$	$26 + 3 = 29$
$14 + 23 = 37$	$7 + 25 = 32$
$6 + 42 = 48$	$27 + 7 = 34$
$27 + 32 = 59$	$33 + 35 = 68$

Fiches de calcul

Les élèves reportent également leur note sur un tableau intitulé « Ma progression en calcul » collé en dernière page de leur cahier du jour. Ce tableau leur permet de suivre l'évolution de leurs notes et de voir s'ils ont fait des progrès ou s'ils rencontrent des difficultés.

Ma progression en calcul

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
20												
19												
18												
17												
16												
15												
14												
13												
12												
11												
10												
9												
8												
7												
6												
5												
4												
3												
2												
1												
0												

Ma progression en calcul

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
20												
19												
18												
17												
16												
15												
14												
13												
12												
11												
10												
9												
8												
7												
6												
5												
4												
3												
2												
1												
0												

Tableaux de progression en calcul

Les fiches de calcul ont rapidement fait partie des rituels de la classe et sont très appréciées des élèves qui s'appliquent pour obtenir un titre de « champion ».

La phase de travail individuel sur la fiche est toujours précédée d'une phase collective en groupe classe qui permet soit d'introduire un nouveau type de calcul (ex. : ajouter des dizaines entières), soit de revenir sur un type de calcul pour lequel les élèves éprouvent encore des difficultés. Lors de cette phase collective, plusieurs calculs en ligne sont proposés au tableau, ciblés par rapport à un apprentissage précis. Les élèves doivent les résoudre et expliciter leurs procédures. Un bilan est ensuite fait avec les élèves pour résumer les différentes procédures possibles, les comparer, et, si nécessaire, mettre en avant les plus efficaces.

La progression suivie par les fiches de calcul est faite de telle sorte que les fiches s'enrichissent au fur et à mesure des nouveaux apprentissages. C'est-à-dire que les fiches ne sont pas ciblées sur un apprentissage précis, mais regroupent l'ensemble des apprentissages vus depuis le début de l'année. Ainsi, à partir du moment où le calcul « ajouter 9 » a été étudié, chaque fiche proposera un ou deux calculs avec cette opération. Les fiches sont donc un condensé des différents types de calculs que les élèves doivent être capables de réaliser rapidement et s'enrichissent au fur et à mesure de leur progression. En parallèle, le fichier de mathématiques des élèves (*Litchi CE1*), propose au contraire des exercices ciblés sur un apprentissage précis en calcul réfléchi.

Ce dispositif autour des fiches de calcul est vraiment la base de mon enseignement sur le calcul réfléchi. Sa récurrence hebdomadaire me permet de mettre en place une progression continue et suivie. Elle me permet également de suivre de façon précise les progrès des élèves : quels sont les types de calculs acquis et toujours réussis d'une semaine sur l'autre, quels sont ceux qui continuent de poser des difficultés... En outre, les difficultés rencontrées et constatées en calcul réfléchi sur d'autres supports (jeux, fichier de mathématiques) peuvent être retravaillées via les fiches de calcul et la phase collective de travail sur les procédures qui se déroule en amont.

b) Les jeux

En parallèle des fiches de calcul, plusieurs jeux me permettent également de travailler le calcul réfléchi avec mes élèves. Ces activités ludiques sont l'occasion d'exercer certains apprentissages de façon différente et plaisent énormément aux élèves. Elles font l'objet de séances très courtes (5 à 10 mn) et interviennent à différents moments de la journée, de façon

aléatoire (en introduction d'une séance plus longue en mathématiques, ou de façon décrochée).

Le jeu du furet

Les élèves doivent se passer un objet représentant le furet (dans notre classe, il s'agit d'une éponge) en énonçant une suite numérique donnée. L'enfant qui a l'objet dans la main énonce un nombre, puis passe l'objet à son voisin qui doit énoncer le nombre suivant, et ainsi de suite. L'objectif est que le furet aille le plus vite possible, sans qu'il y ait d'erreurs. Mes élèves aiment beaucoup ce jeu et sont assez rapides dans l'énumération. Il permet de consolider la représentation des nombres et des liens qu'ils entretiennent entre eux en travaillant la suite logique des nombres de différentes façons : dans l'ordre croissant, décroissant, de 1 en 1, de 2 en 2, de 10 en 10, de 100 en 100, à partir de 0 ou n'un nombre donné... Certains élèves par exemple avaient du mal à compter de 100 en 100 à partir d'un nombre donné sur les exercices écrits de leur fichier. Le fait d'entendre énoncer par les élèves « 128, 228, 328, 428... » à plusieurs reprises lors de jeux du furet, leur a permis progressivement de comprendre et d'assimiler que seules les centaines changeaient et que l'on conservait toujours les mêmes chiffres pour les unités et les dizaines.

Le jeu du portrait

Un élève choisit un nombre dans sa tête et les autres élèves doivent lui poser des questions pour trouver ce nombre. L'élève ne peut répondre aux questions que par « oui » ou par « non ». Le nombre est toujours choisi dans une plage prédéfinie et l'objectif est que les élèves posent les questions les plus efficaces possibles pour trouver rapidement le nombre. Ainsi, pour un nombre compris entre 0 et 100, en début de jeu, des questions du type : « Le nombre est-il plus grand que 70 ? », « Plus petit que 80 ? », « Est-ce un nombre pair ? » permettront de cibler plus rapidement le nombre et seront plus efficaces que des questions comme « Est-ce que le nombre est 72 ? » qui n'éliminera, elle, qu'une seule possibilité. Ce jeu permet également de renforcer la représentation et la connaissance des nombres. On peut d'ailleurs orienter ou brider les questions posées par les élèves en interdisant ou en imposant certains types de questions, ce qui permettra de travailler plus particulièrement sur certains apprentissages (par exemple, pour travailler sur la numération décimale de position, on pourra imposer de poser des questions uniquement sur « le chiffre des unités », le « chiffre des dizaines », etc.).

Le concours de calcul

Les élèves se répartissent en deux groupes de taille équivalente, se mettent debout, et se rangent en deux files indiennes face à moi. Une question est posée aux premiers élèves des

deux files (ex. : $8 + 9$?) ; l'élève qui donne le plus rapidement la bonne réponse va se ranger tout au bout de sa file et l'élève qui a perdu va s'asseoir. Une autre question est ensuite posée aux deux élèves suivants et ainsi de suite jusqu'à ce que l'un des groupes réussisse à éliminer l'autre groupe. Mes élèves adorent ce jeu, qui est maintenant devenu une récompense lorsqu'ils ont bien travaillé sur d'autres activités. Pour ma part, je le trouve très intéressant, car il met l'accent sur la rapidité du temps de réponse et permet ainsi de faire remarquer aux élèves quelles sont les techniques les plus efficaces. Ainsi, il est plus rapide de connaître les tables d'addition plutôt que de surcompter, il est plus efficace de savoir qu'on change juste le chiffre des dizaines lorsqu'on ajoute une dizaine entière plutôt que de refaire le calcul, et il est bien sûr nécessaire de connaître les tables de multiplication... Ce jeu permet donc à la fois de réinvestir les procédures de calcul réfléchi travaillées en amont, et de motiver les élèves dans l'apprentissage des résultats courants qu'ils doivent mémoriser (tables d'addition, doubles et moitiés, tables de multiplication).

Le jeu de bataille

Lorsque les élèves sont en demi-groupe, ils s'organisent en binômes et jouent avec des cartes au jeu de bataille. Ils doivent retourner en même temps des cartes et l'élève qui a le plus grand nombre remporte les cartes. Au début de l'année, ils retournaient une seule carte chacun et comparaient ainsi rapidement les nombre représentés sur les cartes. Ils ont ensuite retourné deux cartes chacun, puis trois, pour s'entraîner aux additions en calcul réfléchi.

c) Le fichier de mathématiques

Le fichier utilisé en classe est le fichier *Litchi CE1*, aux éditions Istra. Seules une ou deux pages par période sont consacrées au calcul réfléchi dans ce fichier, ce qui m'a semblé insuffisant en termes de dispositif et ce qui explique la mise en place des dispositifs complémentaires précédemment décrits (fiches de calcul et jeux).

Par contre, le guide pédagogique qui accompagne ce fichier, propose des petites séances de calcul mental (10 mn) dont je me suis souvent inspirée pour les phases collectives d'apprentissage précédant le travail individuel sur les fiches de calcul.

2.3. Les élèves en difficulté

Face à ces différentes activités, trois groupes d'élèves se sont assez rapidement profilés :

- un premier groupe d'élèves qui, dès le début de l'année, a proposé des procédures de calcul efficaces, basées sur des points d'appui déjà solides (décomposition de 10, doubles et moitiés) et sur une représentation des nombres bien établie. Ces élèves sont extrêmement à l'aise avec les nombres, savent les manipuler avec beaucoup de facilité et développent eux-mêmes leurs procédures de calcul.
- un deuxième groupe d'élèves, le plus nombreux, pour qui les représentations et les points d'ancrage sont encore à consolider, mais qui suit progressivement les différentes étapes des apprentissages en calcul réfléchi et assimile peu à peu les résultats à mémoriser et les procédures de calcul.
- un troisième groupe, comprenant deux élèves très en difficulté et très en décalage par rapport au reste de la classe.

C'est justement à ces deux élèves en grandes difficultés que nous nous attacherons dans la suite du mémoire pour comprendre quels sont leurs points de blocage et quelles sont les pistes de remédiations qui pourraient leur permettre de rattraper le niveau général de la classe. En analysant les différents supports de travail de ces élèves, en travaillant avec eux, et en me référant aux trois grands objectifs établis dans la progression (se forger une représentation solide des nombres et des liens qu'ils établissent entre eux, mémoriser les résultats courants, développer les premières stratégies de calcul), j'ai pu constater les difficultés suivantes.

a) La suite des nombres n'est pas maîtrisée

Les deux élèves savent réciter la suite numérique, mais ont du mal à trouver le nombre précédent et le nombre suivant à partir d'un nombre donné. L'un des deux élèves a du mal à franchir le cap du « 70 » et du « 90 ».

Les deux élèves ont également des difficultés à comparer les nombres.

3 Compare les nombres avec < ou >.

98 ~~>~~ 100 | 109 ~~>~~ 87 | 136 ~~>~~ 163 | 178 > 160

Nom acquis

4 Écris le nombre qui vient juste avant et le nombre qui vient juste après.

108 < 109 < 110 | 177 < 178 < 179 | 159 < 160 < 161

Nom acquis

5 Range les nombres dans l'ordre croissant.

142 36 95 120 178 102

~~95 < 36 < 142 < 178 < 120 < 102~~

36 < 95 < 102 < 120 < 142 < 178

Nom acquis

Difficultés pour comparer, encadrer et ranger les nombres

b) L'ordre de grandeur des nombres n'est pas compris

Les résultats donnés par les deux élèves peuvent être totalement incohérents, même sur des calculs simples. Les élèves ne comprennent pas ce que représentent les nombres, la logique des nombres et des opérations.

Prénom : _____ Date : 08/12/2015

Calcule les additions.

9 + 9 = 18
50 + 50 = 100
46 + 9 = 55
120 + 34 = 154
8 + 75 = 83
6 + 4 + 8 = 18
100 + 20 + 9 = 129

91 + 6 = 97
63 + 100 = 163
114 + 8 = 122
157 + 20 = 177
9 + 168 = 177
40 + 30 + 20 = 90
70 + 100 + 8 = 178

It roovic

Calcule les soustractions.

10 - 6 = 4
50 - 5 = 45
100 - 80 = 20

78 - 52 = 26
126 - 14 = 112
152 - 31 = 121

Prénom : _____ Date : 23/11/2015

Calcule les additions.

8 + 8 = 16
39 + 5 = 44
12 + 26 = 38
43 + 6 = 49
8 + 54 = 62
2 + 8 + 4 = 14
3 + 55 + 1 = 59

4 + 9 = 13
7 + 7 = 14
67 + 4 = 71
3 + 95 = 98
74 + 13 = 87
12 + 25 + 2 = 39
10 + 10 + 3 = 23

It roovic

Calcule les soustractions.

8 - 3 = 5
19 - 4 = 15
44 - 21 = 23

10 - 5 = 5
26 - 3 = 23
20 - 10 = 10

Difficultés pour calculer

c) Les points d'appui habituels ne sont pas mémorisés

Les compléments à 10, les doubles et les tables d'addition ne sont pas intégrés. En outre, la perception globale des nombres via les doigts de la main n'est pas complètement acquise, alors que cette représentation des nombres pourrait faciliter la mémorisation des compléments à 10. Les élèves reconnaissent immédiatement les nombres représentés par les doigts d'une main, mais doivent compter les doigts lorsque les deux mains interviennent. De plus, si trois doigts sont levés, les élèves reconnaissent le 3, mais doivent compter les deux doigts baissés pour savoir combien il en manque pour obtenir 5. De la même façon, si neuf doigts sont levés, ils doivent vérifier qu'il y en a bien un seul de baissé pour obtenir 10.

d) Le surcomptage est utilisé systématiquement pour tous les calculs

Quel que soit le calcul proposé, ces deux élèves appliquent la technique du surcomptage : ils mettent le premier nombre « dans leur tête », puis comptent à partir de ce nombre la quantité de doigts ou de traits notés sur une feuille représentant le second nombre. Ils appliquent cette technique de façon automatique, y compris pour des calculs extrêmement simples du type « $6 + 1$ » ou « $5 + 2$ ».

Cette façon de procéder montre bien à nouveau le manque de compréhension globale des nombres et de leur suite logique. Les deux élèves sont obligés de passer par la technique très coûteuse du surcomptage, qui est source de nombreuses erreurs, pour effectuer leurs calculs. En l'absence de représentation solide des nombres et de points d'appui mémorisés, ils ne peuvent pas développer des procédures de calcul plus pertinentes.

2.4. Les remédiations mises en place

Pour tenter de surmonter les difficultés rencontrées par ces deux élèves, différentes pistes de remédiations ont été testées depuis le début de l'année :

- un soutien en petits groupes lors des activités pédagogiques complémentaires une à deux fois par semaine,
- une adaptation des supports pour simplifier les calculs à effectuer ou les cibler,
- la mise à disposition d'aides visuelles : bande numérique, tableau des nombres,

- un tutorat par d'autres élèves de la classe pour permettre aux élèves en difficulté d'entendre des explications formulées différemment de celles du professeur, et pour permettre éventuellement des échanges plus libres entre les élèves,
- pour l'une des deux élèves, l'accompagnement par une auxiliaire de vie scolaire (AVS) à partir du mois d'octobre.

Ces différentes remédiations n'ont pas eu de résultats très concluants par rapport aux progrès des deux élèves en difficulté. Les élèves ont progressé dans leurs techniques : optimisation du surcomptage en partant systématiquement du plus grand nombre et en faisant moins d'erreurs de calcul, meilleure mise en application des techniques opératoires posées (addition, soustraction et multiplication avec le support des tables), mais il n'y a pas eu de progrès dans la mémorisation du répertoire additif ou multiplicatif, et encore moins dans la compréhension globale des nombres. Un peu comme si ces élèves étaient capables d'appliquer des techniques enseignées sur les nombres, sans vraiment donner du sens à ces techniques et à leurs résultats.

Au mois de décembre, face à ce constat, mon professeur de mathématiques à l'ESPE m'a conseillé de travailler le calcul réfléchi avec ces élèves via calcul@tice, un site Internet proposant des ressources numériques pour entraîner les élèves au calcul mental.

3. Les atouts d'un outil numérique tel que calcul@tice

3.1. Présentation de l'application calcul@tice

Calcul@tice est un site Internet conçu par les équipes TICE et mathématiques de la Direction Départementale de l'Education Nationale Nord et en partenariat avec Sésamath²⁰ : « ce projet a pour ambition de proposer, sous des formes originales et innovantes, des ressources numériques permettant une pratique régulière du calcul mental à l'école élémentaire ». ²¹

Le site Internet propose de nombreuses ressources, toutes entièrement gratuites :

- des exercices en libre accès organisés par niveau de classe (du CP à la 6^{ème}),
- une application réservée aux enseignants,
- des ressources TNI,
- une documentation sur l'enseignement du calcul mental à l'école élémentaire et les ressources proposées sur le site,
- des informations sur les « rallyes » de calcul mental annuel organisés par calcul@tice.

L'application réservée aux enseignants est particulièrement intéressante puisqu'il est possible de la paramétrer entièrement pour construire son propre programme de travail, en phase avec la progression suivie en classe et le profil des élèves :

L'application calcul@tice en ligne permet à un enseignant de mettre à disposition de ses élèves, sur Internet, des exercices de calcul mental choisis et paramétrés en fonction des compétences qu'il souhaite travailler et des capacités de ses élèves. L'élève peut donc accéder à des exercices calcul@tice personnalisés depuis n'importe quel ordinateur connecté à Internet. ²²

Pour cela, il suffit de suivre les étapes suivantes :

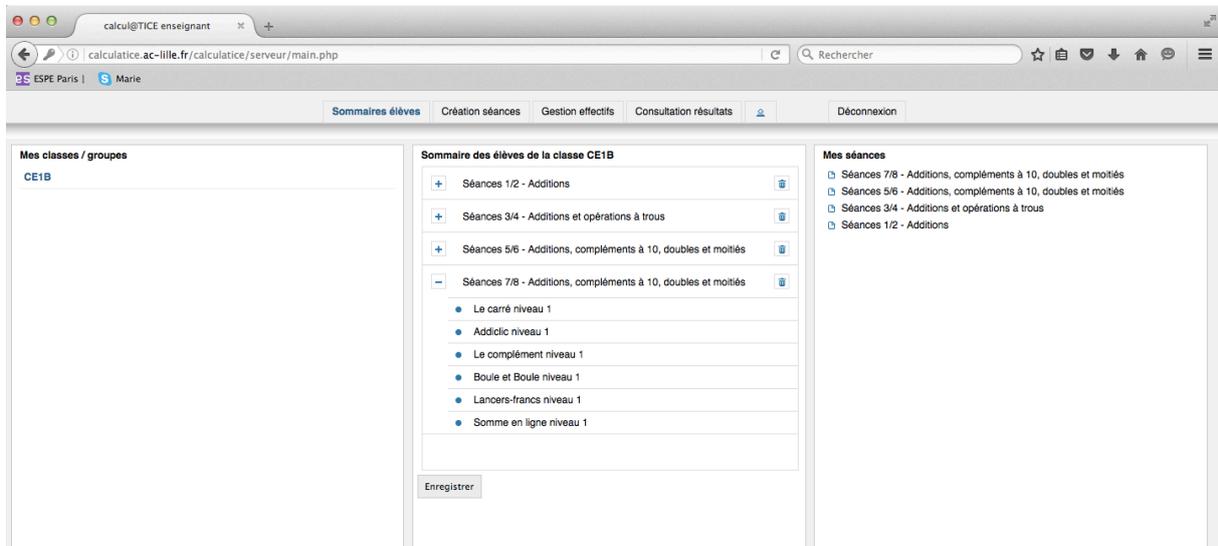
- remplir un petit formulaire d'inscription : prénom, nom, email, mot de passe, RNE ou code UAI de l'établissement où l'on exerce,
- créer un compte pour chaque élève concerné : nom, prénom, nom d'utilisateur, mot de passe,

²⁰ Sésamath est une association dont l'objectif est de favoriser l'utilisation de l'informatique dans l'enseignement des mathématiques : <http://www.sesamath.net>

²¹ Voir <http://calculatice.ac-lille.fr/calculatice/>

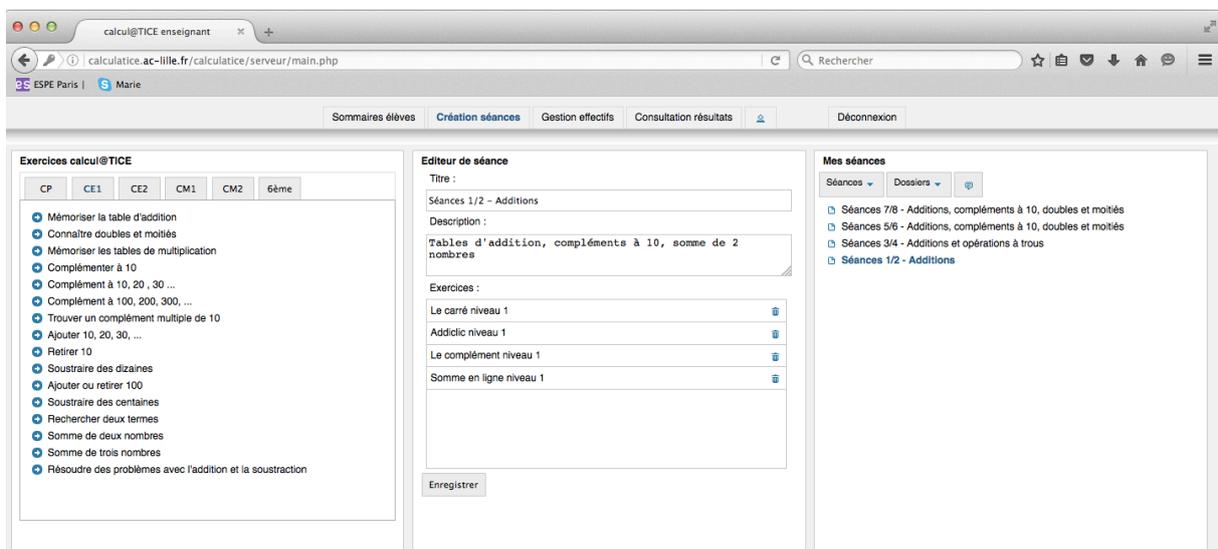
²² Voir <http://calculatice.ac-lille.fr/calculatice/>

- créer des groupes de travail si l'on souhaite regrouper les élèves par types de compétences,
- créer les séances de travail en choisissant les exercices à réaliser et en affectant ces séances à certains élèves ou à certains groupes de travail.



Écran « Sommaires élèves »

La navigation et les actions à effectuer sont extrêmement simples, rapides et intuitives. Une fois les comptes élèves et les groupes créés, il suffit de paramétrer chaque semaine les nouvelles séances et de les affecter aux élèves concernés.



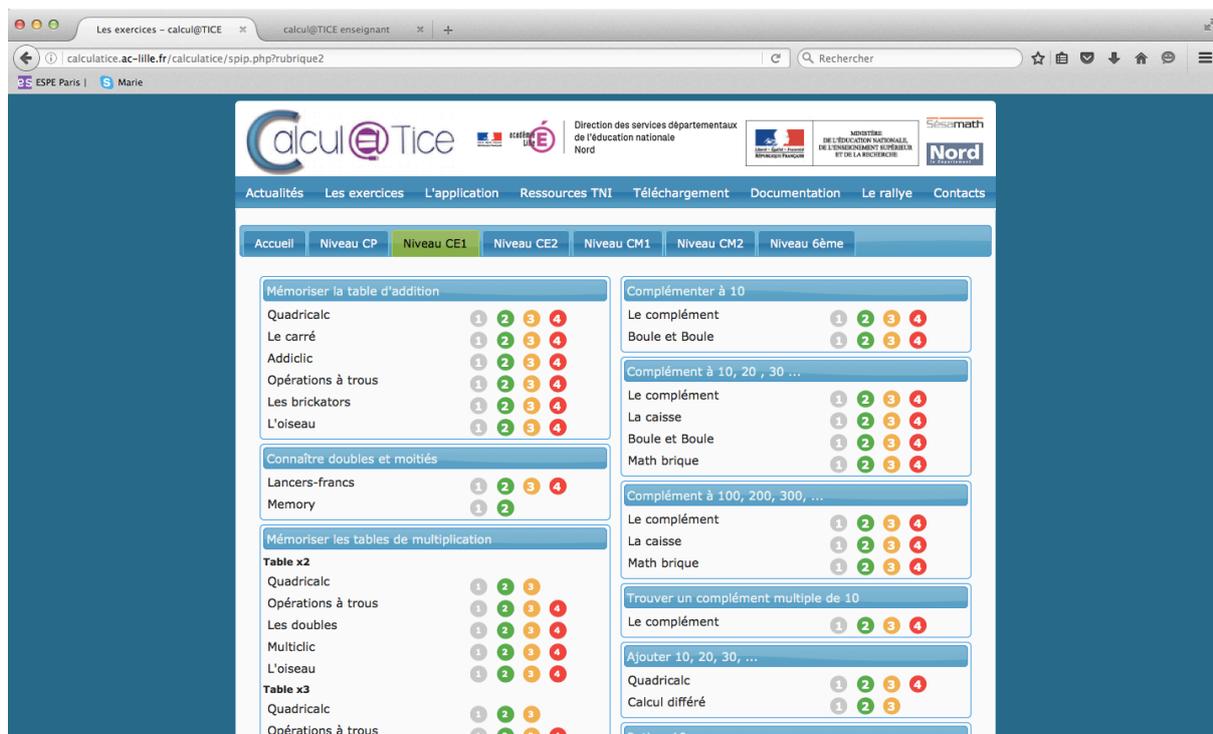
Écran « Création séances »

Les élèves inscrits peuvent ensuite accéder aux exercices paramétrés pour eux en entrant leur nom d'utilisateur et leur mot de passe, depuis n'importe quel ordinateur connecté à Internet. Enfin, l'application enregistre et conserve les scores réalisés par les élèves pour chaque exercice. Chaque élève peut consulter ses résultats, et l'enseignant a accès à l'ensemble des résultats en consultant les différents comptes élèves.

Date	Exercice	Score	Pourcentage
lundi 11 avril 2016			
13:06:09	Le carré niveau 1	10 sur 10	100%
13:08:48	Addiclic niveau 1	10 sur 10	100%
13:12:24	Le complément niveau 1	10 sur 10	100%
13:21:18	Lancers-francs niveau 1	10 sur 10	100%
mardi 5 avril 2016			
12:55:00	Le carré niveau 1	8 sur 10	80%
12:58:08	Addiclic niveau 1	9 sur 10	90%
13:02:31	Le complément niveau 1	9 sur 10	90%
13:14:23	Lancers-francs niveau 1	10 sur 10	100%
13:20:39	Somme en ligne niveau 1	8 sur 10	80%
mardi 29 mars 2016			
12:54:37	Le carré niveau 2	2 sur 10	20%
12:56:23	Le carré niveau 2	3 sur 10	30%
12:59:14	Addiclic niveau 2	10 sur 10	100%
13:10:58	Quadratic niveau 1	5 sur 10	50%
13:14:37	Le complément niveau 2	5 sur 10	50%

Ecran « Consultation résultats »

Les exercices proposés sont nombreux, variés et ludiques. Les interfaces sont agréables et la prise en main par les élèves est rapide et aisée. Les différents exercices permettent de travailler un grand nombre de compétences relatives au champ additif (addition, soustraction) et multiplicatif (multiplication, division, proportionnalité), ainsi que de travailler sur la mémorisation des résultats courants (doubles et moitiés, compléments à 10, tables d'addition et de multiplication).



Ecran « Exercices niveau CE1 »

Remarque : il est important de préciser qu'il existe une version téléchargeable de l'application en ligne, disponible sur le site Internet de calcul@tice (onglet « Téléchargement »). Cette version offre des fonctionnalités proches de celles de l'application en ligne, et a l'avantage de pouvoir être installée sur un ordinateur ne disposant pas d'une connexion Internet.

3.2. L'intérêt « a priori » d'un outil numérique

L'utilisation d'outils numériques est aujourd'hui fortement recommandée dans l'enseignement. Ainsi, concernant les objectifs assignés par les programmes scolaires dans les disciplines scientifiques et technologiques, on peut lire que :

*Pour mener à bien ces objectifs, les enseignants pourront faire usage en classe des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et notamment des applications d'entraînement dont certaines seront prochainement développées et proposées gratuitement aux écoles.*²³

²³ BO n° 10 du 10 mars 2011, *Promotion des disciplines scientifiques et technologiques*

Il est vrai qu'en découvrant l'application calcul@tice et les exercices proposés, on peut rapidement se dire que les atouts liés à un tel outil sont multiples.

Du point de vue de l'enseignant, cet outil offre une multitude de ressources originales à proposer aux élèves et permet très facilement de suivre les progrès des élèves.

Du point de vue de l'élève, l'aspect ludique des exercices et, de façon plus générale, l'attrait lié au numérique, forment un point de départ motivant et stimulant. Une application de ce type peut donc constituer un outil de travail pertinent pour l'entraînement au calcul réfléchi, pouvant être adapté aux différents profils des élèves.

Dans le cas de mes deux élèves en difficulté, cela pourrait aider à les remobiliser en leur proposant des supports différents des supports habituels sur lesquels ils travaillent en classe et lors des activités pédagogiques complémentaires. Cela permettrait donc de continuer et de renforcer l'entraînement en calcul réfléchi, en évitant une certaine lassitude ou démotivation face aux dispositifs plus « classiques » utilisés en classe.

Mais, au-delà de la motivation, on peut se demander si ce type d'outil va enfin permettre aux élèves en difficulté d'accéder à une représentation des nombres et donc à une compréhension des nombres plus solide. En effet, en proposant des interfaces différentes, des logiques et des modes d'action inédits, ces exercices pourraient peut-être induire l'acquisition de certaines notions, non permise jusqu'ici par les activités proposées en classe. Il est toujours recommandé de proposer différents types de supports : visuels, auditifs, manipulateurs... pour répondre aux différentes façons d'apprendre des élèves. Le support numérique peut apparaître comme une autre piste de support, une autre voie, qui pourrait peut-être répondre aux besoins des élèves en difficulté face aux supports plus courants. Dans son ouvrage consacré au calcul mental à l'école primaire, la COPIRELEM mentionne également cette possibilité liée aux TUIC (Techniques Usuelles de l'Information et de la Communication) :

*En proposant un environnement agréable, stimulant, dynamique, souvent ludique, elles se prêtent à la pratique d'activités répétitives indispensables à l'acquisition d'automatismes et peuvent permettre à certains élèves d'associer certaines images mentales à des faits numériques.*²⁴

Il était donc intéressant de mettre en place un dispositif calcul@tice pour les deux élèves en difficulté de ma classe afin de voir si cela pouvait les faire progresser à la fois dans leurs représentations des nombres et dans la mémorisation des résultats courants.

²⁴ COPIRELEM, *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation, op. cit*

3.3. Les séances mises en place

Le but était donc pour moi d'utiliser l'application calcul@tice pour entraîner les deux élèves en difficulté au calcul réfléchi. Mon choix pédagogique a été de retravailler les bases du calcul réfléchi qui n'étaient toujours pas acquises et sans lesquelles il était impossible de progresser et de commencer à travailler sur les procédures.

Les séances ont donc été constituées d'exercices très simples, orientés sur :

- la mémorisation des résultats les plus courants du répertoire additif : tables d'addition, doubles et moitiés, compléments à 10,
- un travail sur la compréhension des nombres et sur leur représentation via des opérations très simples : décomposition de nombres, additions, opérations à trou.

L'application offre la possibilité de choisir les exercices par rapport à un niveau de classe donné (pour moi, le CE1), mais en plus d'indiquer le niveau de difficulté de cet exercice (niveau 1, 2 ou 3) pour un même niveau de classe. J'ai donc choisi le niveau 1 pour chaque exercice sélectionné.

Les séances se sont déroulées une fois par semaine, à partir de mi-janvier, durant le temps des activités pédagogiques complémentaires (45 mn, de 12h30 à 13h15). Au total, huit séances ont eu lieu. Seuls les deux élèves en difficulté participaient à ces séances, afin que je puisse me consacrer entièrement à eux et voir comment ils appréhendaient les exercices.

Lors des premières séances, j'ai changé les exercices à chaque séance, puis je me suis rendu compte qu'il était intéressant de laisser les élèves s'habituer à certains types d'exercices, avec en plus l'objectif d'améliorer leur score de séance en séance, ce qui était très gratifiant pour eux. J'ai donc conservé les mêmes exercices sur les dernières séances, exercices qui me semblaient les mieux adaptés aux besoins des élèves. Ces exercices permettaient de travailler les mêmes notions sous différentes formes.

Additions :

- « Addiclic » : trouver la somme de 2 nombres (résultat inférieur ou égal à 20)
- « Le carré » : trouver 2 nombres dont la somme est 1 nombre donné (inférieur ou égal à 20)
- « Somme en ligne » : trouver la somme de 2 nombres en mémorisant le calcul à effectuer (résultat inférieur ou égal à 100)

Doubles et moitiés :

- « Lancers-francs / Basketmath » : vrai/faux sur les doubles et les moitiés

Compléments à 10 :

- « Le complément » : trouver le nombre qui manque pour obtenir 10

CE1 - Mémoriser la table d'addition - Addiclic - exercice 1

Addiclic
Cliquez sur le bon nombre.

$9 + 4 = ?$

Bravo !

Commencer

Addiclic

CE1 - Mémoriser la table d'addition - Le carré - exercice 1

Le carré
Tu dois cliquer sur des nombres pour obtenir le résultat demandé en faisant des additions.

Clique sur les nombres qui ont pour somme 13

Commencer

Le carré

CE1 - Somme de deux nombres - Somme en ligne - exercice 1

Somme en ligne
Donne le résultat d'une addition. Attention ! Tu ne pourras écrire ta réponse qu'une fois le calcul disparu.

$36 + 2 = ?$

Commencer

Somme en ligne

CE1 - Connaître doubles et moitiés - Lancers-francs - exercice 1

Basketmath
Cliquez sur VRAI quand la phrase proposée est juste. Cliquez sur FAUX quand il y a une erreur.

VRAI FAUX

2 c'est la moitié de 4.

score : 0 sur 10

Commencer

Lancers-francs / Basketmath

CE1 - Complémenter à 10 - Le complément - exercice 1

Le complément
Trouve le nombre qui manque.

59 pour aller à 60

$50 + ? = 60$

Commencer

Le complément

3.4. Le bilan

Suite à ces huit séances d'entraînement au calcul réfléchi via l'application calcul@tice, un premier bilan peut être fait, à la fois sur les aspects positifs qui se sont dégagés du dispositif, mais aussi sur certains points de vigilance qu'il me semble important de souligner pour optimiser le bénéfice de ces séances.

a) Les points positifs

De nombreux points positifs peuvent être notés. Certains points avaient été anticipés dans notre analyse « a priori » de l'intérêt des outils numériques ; et d'autres points non, car sans doute plus personnels, liés à la personnalité des deux élèves en difficulté et du groupe classe.

Une forte motivation des élèves

Comme on pouvait s'y attendre, les deux élèves en difficulté ont tout de suite adhéré au dispositif. Ils ont été ravis d'apprendre qu'ils allaient travailler sur un ordinateur et ont découvert les différents exercices avec beaucoup d'enthousiasme. Chaque semaine, ils attendaient avec impatience la séance calcul@tice et c'était réellement un moment privilégié et plaisant que nous passions tous les trois en salle informatique le mardi midi. Certains exercices leur plaisaient tout particulièrement, par exemple l'exercice avec les paniers de basket (*Lancers-francs*), car ils leur apparaissaient comme des jeux et non plus comme des mathématiques. Ils réalisaient avec entrain l'ensemble des exercices et étaient fortement motivés par les scores : ils comparaient leurs scores entre eux, se lançaient des défis et cherchaient à améliorer leur propre score en refaisant plusieurs fois la même activité.

Ainsi l'attrait exercé par le numérique et l'aspect ludique de l'interface calcul@tice ont permis de mobiliser très facilement les élèves sur les activités proposées. Ce n'était pas auparavant le cas avec les activités plus classiques mises en place en classe lors des activités pédagogiques complémentaires. Les élèves venaient souvent « à reculons », considérant même cela parfois comme une punition. Ils participaient avec peu d'ardeur aux activités ; parfois une activité nouvelle les captivait un peu plus, mais leur intérêt retombait très vite lors des semaines suivantes.

La motivation des élèves étant un moteur important dans leurs apprentissages, il me semble que l'attrait exercé par un outil tel que calcul@tice est sans nul doute un point positif très important. Un tel outil peut permettre de travailler durant une année entière le calcul réfléchi, de façon ludique, stimulante et non monotone. Les élèves resteront motivés, verront les

activités évoluer et pourront toujours comparer et améliorer leurs scores. Le dispositif pouvant être bien sûr étendu à l'ensemble de la classe dans d'autres configurations.

La valorisation des deux élèves en difficulté par rapport au groupe classe

Au delà de l'enthousiasme montré par les deux élèves en difficulté, un autre phénomène est apparu, que je n'avais pas anticipé. Etant donné que chaque mardi matin, je rappelais en classe aux deux élèves que j'allais aller les chercher dans la cour pour les séances sur l'ordinateur, et comme j'avais expliqué en quoi consistaient ces séances, l'ensemble du groupe classe était bien entendu au courant du dispositif mis en place. Or, alors que les séances habituelles d'APC étaient considérées par les élèves comme un « soutien pour les mauvais élèves », les séances sur l'ordinateur apparaissaient au contraire comme une récompense, une chance, et même comme un moyen de devenir « champion en mathématiques ». L'ensemble des élèves avait pu tester les jeux calcul@tice en accès libre lors de quelques séances consacrées au numérique pendant les horaires de classe et appréciait indéniablement l'outil.

Aux yeux du groupe classe, les deux élèves bénéficiant du dispositif calcul@tice n'étaient donc plus deux élèves ayant des difficultés en mathématiques, mais deux élèves ayant la chance d'utiliser un outil attrayant qui allait leur permettre de devenir particulièrement doués en calcul, voire plus doués que les autres. Le groupe classe exprimait ainsi régulièrement cette opinion à haute voix lorsque je faisais allusion aux séances, ou allait voir les deux élèves concernés dans la cour pour leur dire à quel point ils avaient de la chance. Les deux élèves concernés en ont retiré une grande fierté. Même si l'ambiance de classe est bonne, ces deux élèves étaient tout de même considérés par leurs camarades comme ayant des difficultés et eux-mêmes avaient tendance à accepter ce « statut », un peu comme une fatalité. Le dispositif calcul@tice a vraiment changé la place de ces élèves dans le groupe classe. Il a permis de les revaloriser et de les faire sortir de leur stigmatisation d'élèves en difficulté.

Une reprise de confiance

Le changement de statut et la revalorisation par rapport au groupe classe a été un premier pas qui a enclenché une reprise de confiance chez les deux élèves en difficulté. En outre, je leur ai présenté calcul@tice comme un outil un peu « magique » qui allait leur permettre de dépasser enfin leurs difficultés récurrentes et de devenir de « bons élèves en mathématiques ». Je pense que l'aspect totalement nouveau et inédit de l'outil, et le fait qu'ils soient les deux seuls élèves à en bénéficier, leur a permis d'accepter l'idée d'un outil « magique », mais aussi de pouvoir espérer une rupture dans leurs difficultés passées et des progrès substantiels. J'ai bien senti, au fil des séances, que les élèves prenaient confiance en eux, étaient encouragés par

l'amélioration de leurs scores et suivaient une évolution positive. L'un des deux élèves, qui tenait un discours très désabusé depuis le début de l'année, du type : « de toutes façons, je suis nul en mathématiques », n'avait plus ce genre de discours et lançait au contraire des défis à sa camarade lors des séances calcul@tice en trouvant qu'il était très fort. Ce nouvel outil leur a vraiment donné une nouvelle impulsion : la possibilité dans leur esprit d'envisager une réelle prise de distance avec des difficultés permanentes et croissantes et l'envie de les dépasser. Cette rupture, cette reprise de confiance, n'avait pas été possible avec les aides plus classiques qu'ils avaient sans doute déjà l'impression d'avoir testées sans résultat au début de l'année, voire les années précédentes.

Cette prise de confiance des élèves est un point extrêmement positif, qui leur permet de ne pas rester « bloqués » dans un statut de mauvais élèves en mathématiques.

Des résultats encourageants à partir de la séance 6

A partir de la séance 6, les exercices proposés étant stabilisés, des progrès sont apparus dans la réalisation des exercices.

Sur des exercices répétés plusieurs fois, les élèves ont pris de l'assurance par rapport à leur technique de calcul et ont fait de moins en moins d'erreurs dans les résultats donnés. La technique du surcomptage était toujours utilisée par les deux élèves, mais d'une part elle était mieux maîtrisée, et d'autre part, sur des calculs simples, elle ne servait qu'à vérifier des résultats que les élèves avaient déjà anticipés dans leur tête.

J'ai noté ainsi que certains résultats commençaient à être mémorisés :

- les résultats les plus simples du répertoire additif : ajouter 1, ajouter 2, ajouter 3... qui faisaient l'objet d'un comptage auparavant, étaient de plus en plus automatisés (activités *Addiclic*, *Le carré*),
- les compléments à 10, associés au support des doigts de la main, commençaient également à être assimilés (activité *Le complément*),
- certains doubles, souvent ceux inférieurs à 20, étaient mémorisés. Les notions de « double » et « moitié » étant de mieux en mieux comprises (activité *Lancers-francs*).

Les taux de réussite sur les exercices sont ainsi passés de 20-40% à 80-100%. Les temps de réponse ont également considérablement diminué ; les élèves étant plus rapides et plus assurés dans leurs calculs.

b) Les points de vigilance

En parallèle de ces résultats positifs et encourageants, plusieurs points de vigilance doivent être mentionnés qui apparaissent comme autant de conditions de réussite du dispositif.

L'effet déstabilisateur du compte à rebours

Lors des séances 3 et 4, j'ai augmenté le niveau de difficulté des exercices travaillés lors des deux premières séances pour passer au niveau 2. La principale différence est l'ajout d'un compte à rebours obligeant les élèves à répondre avant un certain laps de temps, sans quoi ils perdent le point. Ce compte à rebours a complètement stressé les deux élèves, qui ne pensaient plus qu'à le regarder, perdaient toute faculté de concentration sur leurs calculs et répondaient au hasard le plus vite possible pour surtout éviter que le temps soit écoulé. Ce type d'exercices m'a donc semblé peu adapté aux objectifs envisagés qui étaient justement que les élèves prennent le temps de s'imprégner de la logique des nombres, comprennent ce qu'ils étaient en train de faire et « photographient » et enregistrent certains résultats.

Le compte à rebours pourrait être plus adapté pour des élèves ayant déjà des compétences solides en calcul mental, afin de stimuler la restitution des résultats mémorisés et d'accroître l'efficacité des procédures utilisées.

Dans le cadre du dispositif mis en place avec mes deux élèves en difficulté, j'ai donc occulté les exercices faisant appel à un compte à rebours pour la suite des séances.

La nécessité de donner des procédures

Lors des deux premières séances, j'ai laissé les élèves jouer seuls pour découvrir et s'approprier l'application calcul@tice. Les procédures de calcul n'étant pas en place, j'ai pu constater qu'un grand nombre de réponses étaient données au hasard et qu'aucune technique pertinente n'était envisagée par rapport à un type d'exercice donné. Les élèves n'avaient pas suffisamment de repères pour trouver la technique la plus appropriée à appliquer. En outre, le fait que l'application leur dise immédiatement si leur réponse était juste ou fausse et leur donne le résultat, les incitait à répondre de façon hasardeuse, un peu comme s'ils testaient leurs réponses en se disant qu'ils retenteraient leur chance pour le point suivant.

A partir de la troisième séance, j'ai donc pris quelques minutes avant chaque nouveau type d'exercice pour détailler avec eux une procédure efficace à adopter pour l'exercice en question. Cette phase m'a permis de revenir sur les différentes procédures vues en classe et de donner du sens à certains supports (par exemple le lien entre les doigts de la main et les compléments à 10). Elle m'a permis aussi de faire prendre conscience aux élèves qu'ils ne devaient pas se lancer dans les exercices sans réfléchir, mais d'abord se laisser le temps de

considérer le type de calculs qui leur était demandé pour réfléchir à la technique la plus efficace. Par exemple, ne pas se servir automatiquement du surcomptage, mais d'abord voir si le résultat n'était pas déjà mémorisé ou facile à trouver de tête (comme ajouter 1 ou ajouter 2), utiliser les doigts dès qu'il fallait trouver un complément à 10, etc. Cela a aussi été l'occasion de remarquer qu'ils se souvenaient déjà de quelques résultats et qu'il était intéressant d'en mémoriser de plus en plus.

De cette façon, les élèves ont commencé à intégrer certaines procédures et surtout à associer une procédure à un type d'exercice et donc de calcul. Les réponses étaient réfléchies et beaucoup plus assurées. Cette phase de préparation, très rapide, à chaque exercice me semble importante pour donner du sens aux calculs effectués, ne pas laisser aux élèves l'impression qu'ils avancent au hasard, mais au contraire qu'ils savent comment effectuer tel ou tel calcul de façon efficace et assurée.

Faire le lien avec le travail effectué en classe

Le principal point de vigilance qui m'est apparu en travaillant sur ce dispositif calcul@tice, est qu'il est essentiel de faire le lien entre le travail effectué sur les exercices calcul@tice et le travail réalisé en classe. En effet, à partir des séances 5 et 6, lorsque des progrès ont été constatés par rapport aux activités calcul@tice, je me suis rendu compte que les mêmes progrès n'apparaissaient pas sur les supports proposés en classe. Par exemple, sur les fiches de calcul utilisées en classe, le calcul de doubles était erroné alors que ces mêmes doubles étaient restitués sans souci lors des séances calcul@tice, les résultats de calculs très simples pouvaient encore être complètement incohérents alors qu'il n'y avait presque plus d'erreurs via calcul@tice et en tout cas pas de réponse aussi éloignée du résultat, etc. Face à ce constat, je me suis demandé si les élèves ne comprenaient pas qu'il s'agissait des mêmes calculs ou si, face aux supports plus « traditionnels », ils se remettaient en situation d'échec et occultaient tout ce qu'ils avaient intégré grâce à l'outil numérique. Dans les deux cas, le lien n'était pas établi entre les deux types d'activités, numérique et « classique ».

J'ai donc pris plusieurs mesures pour faire en sorte que les deux élèves comprennent bien qu'ils pouvaient appliquer les compétences qu'ils avaient développées aux exercices habituels proposés en classe.

Tout d'abord, de façon systématique, il fallait faire le lien entre les deux types d'activités : pour chaque exercice calcul@tice, rappeler que c'était « comme sur les fiches de calcul », ou « comme sur le fichier de mathématiques » pour tel ou tel exercice. A l'inverse, accompagner les élèves en classe en les assurant qu'ils étaient capables de réaliser tel ou tel calcul puisqu'ils s'étaient entraînés à le faire via calcul@tice. L'objectif était d'insister sans relâche

sur la similitude entre les deux activités, pour qu'ils comprennent à la fois, qu'il s'agissait bien de la même chose, même si les supports étaient différents, et qu'ils étaient capables d'appliquer les compétences développées via l'outil numérique sur les supports habituels proposés en classe. Il ne fallait surtout pas que la confiance qui s'était développée chez eux grâce à l'utilisation de calcul@tice soit cantonnée à l'outil numérique, mais bien qu'elle leur permette de reprendre également confiance face à des supports qui les avaient auparavant déstabilisés.

J'ai ensuite envisagé d'établir des fiches de calcul reprenant des copies d'écran des exercices calcul@tice pour permettre une transposition encore plus directe entre outil numérique et travail en classe.

Prénom : _____ Date : _____

4 + 9 = ?	1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20
8 + 5 = ?	1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20
8 + 3 = ?	1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20
8 + 6 = ?	1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20
1 + ? = 10		10 - 6 = ?		2 pour aller à 10	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	

Fiches adaptées à partir des exercices calcul@tice

Ces fiches ont été proposées à l'ensemble de la classe à la fin de la période 4 et ont été très bien réussies par les deux élèves en difficulté (ainsi que par l'ensemble du groupe classe car elles proposaient des calculs très simples). En amont du travail individuel sur ces fiches, j'ai demandé aux deux élèves d'expliquer au groupe classe en quoi consistaient les exercices et comment ils procédaient sur l'application calcul@tice. Comme d'habitude, ils ont été extrêmement fiers d'aborder ce sujet et de parler de leur expérience devant le groupe classe.

Ils ont eu l'occasion d'expliquer certaines choses aux autres élèves qui leur posaient des questions et ainsi de se positionner un peu en « formateurs », en réalisant qu'ils étaient capables d'analyser et d'expliquer leurs techniques de calcul et de les justifier. Je pense que cette séance a été très bénéfique pour eux, en plus de la satisfaction de réussir le travail sur la fiche d'exercices par la suite.

Enfin, lors des deux dernières semaines de la période 4, des progrès extrêmement encourageants et prometteurs ont été constatés sur les supports de classe. Tout d'abord lors de la dernière évaluation de la période 4 qui a eu lieu une semaine avant les vacances, et pour laquelle les deux élèves ont montré des progrès significatifs par rapport aux évaluations précédentes. L'évaluation portait sur la restitution des tables de multiplication par 2 et par 3, puis sur les compétences : écrire, comparer et ranger les nombres jusqu'à 999. L'un des deux élèves a encore eu quelques réponses très erronées, voire incohérentes, mais avec tout même une amélioration par rapport aux précédentes évaluations. La deuxième élève a bien répondu aux questions concernant l'écriture et l'organisation des nombres, alors qu'elle était très en difficulté auparavant, mais n'a, en revanche, pas su restituer les résultats des tables de multiplication qu'elle n'avait pas réussi à intégrer. Les progrès accomplis ont, en tout cas, été notables pour les deux élèves.

De façon encore plus spectaculaire, la fiche de calcul hebdomadaire proposée en classe chaque mardi a été extrêmement bien réussie par les deux élèves la dernière semaine avant les vacances. Il est vrai que je supervise toujours leur travail pendant qu'ils l'effectuent et que je les alerte sur certaines erreurs qu'ils sont en train de faire, mais sur cette dernière semaine, j'ai observé avec surprise et plaisir qu'ils enchaînaient assez rapidement les calculs sans faire d'erreurs, y compris certains types de calculs qui n'avaient pas encore été travaillés via calcul@tice. Ils ont ainsi réussi à obtenir tous les deux un titre de champion et de championne, salué par le reste de la classe.

Prénom : _____ Date : 12/10/2016

Calcule les additions. *Champion !*

$8 + 8 = 16$	$57 + 9 = 66$
$7 + 7 = 14$	$7 + 836 = 843$
$50 + 50 = 100$	$742 + 6 = 748$
$200 + 700 = 900$	$45 + 32 = 77$
$600 + 50 + 7 = 657$	$528 + 461 = 989$
$30 + 5 + 800 = 835$	$62 + 717 = 779$

Calcule les soustractions.

$10 - 5 = 5$	$600 - 50 = 550$
$18 - 9 = 9$	$87 - 53 = 34$
$82 - 9 = 73$	$674 - 32 = 642$
$100 - 30 = 70$	$987 - 725 = 262$

Prénom : _____ Date : 12/10/2016

Calcule les additions. *Champion !*

$8 + 8 = 16$	$57 + 9 = 66$
$7 + 7 = 14$	$7 + 836 = 843$
$50 + 50 = 100$	$742 + 6 = 748$
$200 + 700 = 900$	$45 + 32 = 77$
$600 + 50 + 7 = 657$	$528 + 461 = 989$
$30 + 5 + 800 = 835$	$62 + 717 = 779$

Calcule les soustractions.

$10 - 5 = 5$	$600 - 50 = 550$
$18 - 9 = 9$	$87 - 53 = 34$
$82 - 9 = 73$	$674 - 32 = 642$
$100 - 30 = 70$	$987 - 725 = 262$

Fiches de calcul des deux élèves suivis, dernière semaine de la période 4

Conclusion

Après avoir utilisé calcul@tice, je suis convaincue qu'un outil numérique peut être bénéfique pour tous les profils d'élèves. Son aspect ludique et dynamique, la possibilité d'adapter les exercices très facilement aux compétences des élèves, permettent d'envisager des dispositifs à l'année pour renforcer et diversifier le travail en calcul réfléchi.

Certaines conditions doivent être respectées pour favoriser la réussite d'un dispositif numérique de ce type : des exercices en adéquation avec les connaissances des élèves, un accompagnement par le professeur lors des séances numériques pour donner du sens aux apprentissages et ancrer des procédures liées aux exercices (et non laisser les élèves « tester » des réponses au hasard) et surtout, la création d'un lien permanent entre les activités menées lors de ces séances et les activités menées en classe.

Pour des élèves en difficulté récurrente, comme les deux élèves que nous avons suivis dans ce mémoire, l'intérêt d'un tel outil est encore bien plus important. En effet, j'ai vraiment été surprise par l'impact positif que cet outil a eu sur leur confiance en eux et leur estime d'eux-mêmes. Leur positionnement au sein de la classe a beaucoup évolué et ils ne sont plus considérés comme de mauvais élèves en mathématiques mais comme des élèves qui bénéficient d'un accompagnement spécial (et fortement attrayant) pour progresser à un autre rythme. En outre, ce nouvel outil leur a ouvert d'autres perspectives, leur a donné l'espoir d'être peut-être enfin la solution pour surmonter les difficultés qu'ils ne réussissaient pas à franchir avec les supports précédents. Pour ces élèves en difficulté, confrontés à des échecs répétés, souvent démotivés, l'outil numérique peut réellement constituer une aide psychologique précieuse, un nouveau point de départ permettant de les remobiliser et de leur redonner confiance. C'est le cas pour mes deux élèves, et je pense que cela peut s'appliquer à beaucoup d'autres élèves.

Si cette remobilisation des élèves constitue déjà en soi un point de départ positif et stimulant, elle s'est en plus accompagnée de résultats tangibles dans la progression de leurs compétences, non seulement dans le cadre des séances numériques, mais aussi dans le cadre de leur travail en classe, au bout de quelques temps. Les progrès accomplis par les deux élèves bénéficiant du dispositif calcul@tice sont concrets et prometteurs. Je vais d'ailleurs continuer à travailler avec ces deux élèves lors de séances calcul@tice jusqu'à la fin de

l'année, en diversifiant les types d'exercices pour inclure des activités liées à la suite des nombres (type jeu du furet en ligne).

Bien sûr, les autres types de remédiation ont continué à leur être apportés et ont sans doute renforcé les bénéfices de calcul@tice, en particulier l'accompagnement efficace de l'AVS pour l'une des deux élèves. Néanmoins, force est de constater qu'il n'y avait pas eu d'évolution lorsque seules ces remédiations « classiques » étaient en place, alors qu'un changement certain est en train de s'opérer après trois mois de mise en application de l'outil calcul@tice. Ces progrès encourageants répondent bien aux deux objectifs qui avaient été assignés au dispositif calcul@tice : consolider la représentation des nombres chez ces élèves et leur permettre de mémoriser les principaux résultats courants. Des faits numériques, qui jusque là n'avaient jamais réussi à être mémorisés, commencent à s'automatiser à force de répétition via les exercices calcul@tice. Et la compréhension des nombres et des techniques se construit peu à peu.

Est-ce l'outil numérique seul qui permet ces progrès en calcul réfléchi ? Ou la combinaison de cet outil numérique avec les autres supports d'apprentissage mis à la disposition des élèves ? Les progrès sont-ils liés à la remobilisation des élèves ou aux interfaces et à la logique inédites proposées par le numérique ? Il est difficile de répondre précisément à ces questions, mais dans tous les cas, le travail sur calcul@tice avec mes deux élèves semble confirmer que les techniques numériques développent « l'acquisition d'automatismes et peuvent permettre à certains élèves d'associer certaines images mentales à des faits numériques ».²⁵

En stimulant les élèves, en diversifiant les supports, l'outil numérique pourrait donc permettre des acquisitions résistantes à d'autres formes de remédiations. Ce qui confirmerait l'importance de diversifier les supports d'apprentissage et ferait de l'outil numérique un outil privilégié dans les dispositifs de différenciation pédagogique.

²⁵ COPIRELEM, *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation, op. cit*

Bibliographie

BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008, *Cycle des apprentissages fondamentaux – Programme du CP et du CE1*

BO n° 10 du 10 mars 2011, *Promotion des disciplines scientifiques et technologiques*

BOEN spécial n° 11 du 26 novembre 2015, *Programme d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2)*

BOULE François, *La construction des nombres*, Paris, Armand Colin, 1989

BOULE François, *Le calcul mental au quotidien*, Dijon, CRDP de l'académie de Dijon, 2012

BOULE François, *Performances et démarches de calcul mental au cycle III*, Thèse de doctorat, Villeneuve-d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, 1997

COPIRELEM, *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation*, ARPEME, 2012

DEBU Patrick et PEYNICHOU Daniel, *Pour comprendre le calcul réfléchi CE1*, Paris, Hachette, 2006

Décret n° 2015-372 du 31 mars 2015 - J.O. du 2 avril 2015, *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*

RODRIGUEZ Annie, *Un projet pour enseigner le calcul mental réfléchi*, Paris, Delagrave, 2009

Sitographie

<http://calculatice.ac-lille.fr/calculatice/>

<http://eduscol.education.fr>

<http://evace26.education.gouv.fr>

<http://www.sesamath.net>

Annexe : Mode d'emploi de l'application calcul@tice

Utilisation de l'application calcul@TICE en ligne

Sommaire

I.	Présentation	1
II.	Inscription	2
III.	Utilisation de la vue ENSEIGNANT	3
A.	Identification.....	3
B.	Si vous vous connectez pour la première fois.....	3
1.	Création des classes	3
2.	Création des élèves.....	3
3.	Création des élèves à partir d'une liste.....	4
C.	Gestion des groupes	4
1.	Création d'un groupe	4
2.	Affectation d'un élève à un groupe	5
D.	Préparation de séances pour les élèves.....	5
1.	Création de séance	5
2.	Modification d'un exercice	5
3.	Dupliquer une séance	6
4.	Classement dans un dossier.....	6
5.	Partage de séance.....	7
6.	Récupérer une séance envoyée.....	7
E.	Donner du travail aux élèves	7
F.	Consultation des résultats	7

I. Présentation

L'application calcul@TICE en ligne permet à un enseignant de mettre à disposition de ses élèves, sur Internet, des exercices de calcul mental choisis et paramétrés en fonction des compétences qu'il souhaite travailler et des capacités de ses élèves. L'élève peut donc accéder à des exercices calcul@TICE personnalisés depuis n'importe quel ordinateur connecté à Internet. Les scores de réussite des exercices qu'il effectue sont enregistrés et consultables à la fois par l'élève et l'enseignant.

Le logiciel comporte deux vues : une vue « **ELEVE** », une vue « **ENSEIGNANT** ».

On accède à l'une ou l'autre en cliquant sur l'onglet « Application » du site calcul@TICE : <http://calculatice.ac-lille.fr/>



La vue par défaut permet à l'élève de s'identifier. C'est la vue « **ELEVE** ».

[Enseignant ? Cliquez ici](#)

Accès élève

Nom d'utilisateur (login)

Mot de passe

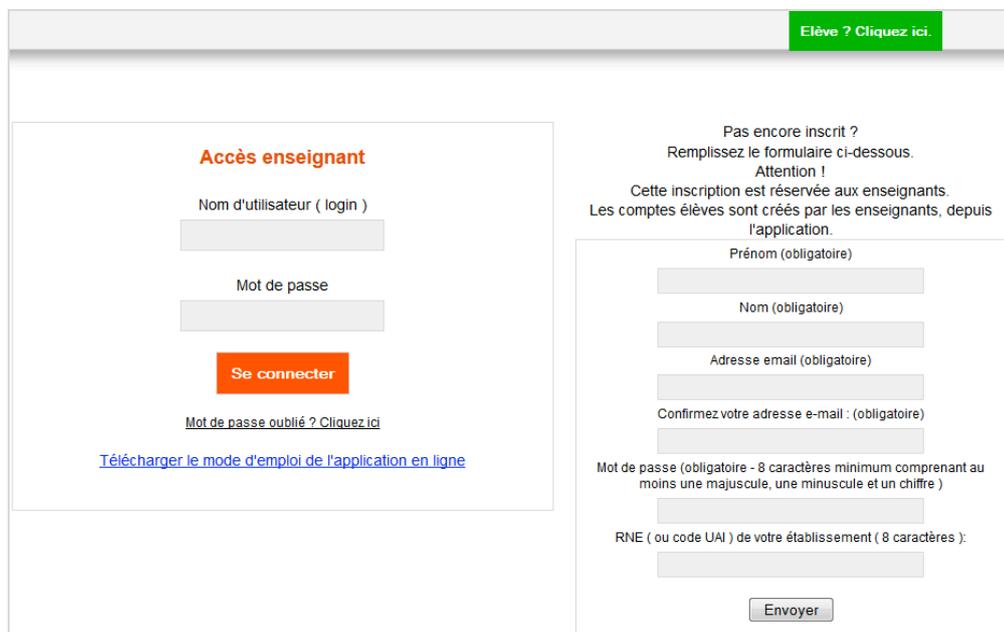
Se connecter

Attention ! Cette page ne permet pas d'accéder au rallye calcul@TICE ! L'accès au rallye se trouve [ici](#).

L'enseignant qui souhaite s'identifier doit cliquer sur



La vue « **ENSEIGNANT** » apparaît.

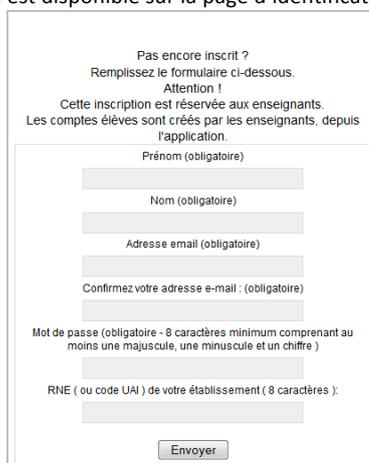


L'utilisation de l'application calcul@TICE en ligne est conditionnée par l'inscription de l'enseignant :

- c'est lui qui paramètrera chacun des exercices qu'il souhaite proposer ;
- c'est lui inscrira ses élèves et pourra, éventuellement, composer différents groupes.

II. Inscription

Afin d'accéder à l'application calcul@TICE en ligne, l'enseignant doit disposer d'un compte utilisateur. Un formulaire permettant de créer ce compte est disponible sur la page d'identification des enseignants.



Ce formulaire complété, le site envoie un courriel de validation sur l'adresse e-mail fournie. Ce courriel spécifie le nom « utilisateur », et rappelle le « mot de passe » choisi (clés personnelles de l'entrée dans l'application). Une fois la validation effectuée, il est alors possible de se connecter.

III. Utilisation de la vue ENSEIGNANT

A. Identification

Se connecter à l'adresse <http://calculatice.ac-lille.fr/> et cliquer sur l'onglet « Application ». Dans la partie « Accès Enseignant », saisir le nom d'utilisateur et le mot de passe choisi durant l'inscription puis sur « Se connecter ».



Le nom d'utilisateur est par défaut l'adresse e-mail utilisée durant l'inscription.

B. Si vous vous connectez pour la première fois...

A la première connexion à l'application, il faut créer les listes d'élèves.

1. Création des classes

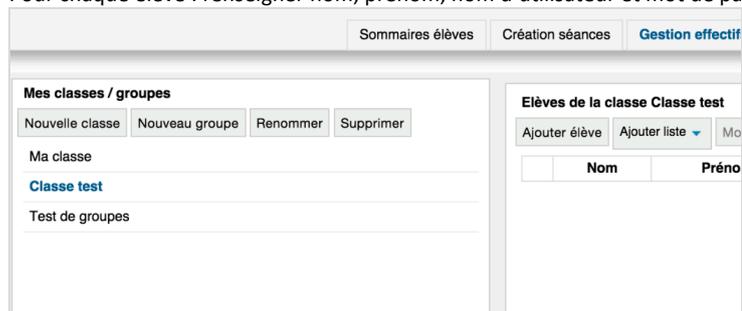
Cliquer sur l'onglet « Gestion effectifs ». Dans la partie gauche de la fenêtre, cliquer sur le bouton « Nouvelle classe ». Entrer le nom de la classe, et appuyer sur « Entrée ».

Un enseignant peut créer autant de classes qu'il le souhaite.

2. Création des élèves

Pour pouvoir créer un élève, il faut précédemment sélectionner la classe dans laquelle il va être inscrit. Une fois la classe sélectionnée, le bouton « Ajouter élève » devient accessible.

Pour chaque élève : renseigner nom, prénom, nom d'utilisateur et mot de passe, puis appuyer sur Entrée.



Une fois la classe créée et sélectionnée, le bouton « Ajouter élève » devient accessible.

Popup d'ajout d'élève.

3. Création des élèves à partir d'une liste

Tout comme pour la création d'élèves, il faut que la classe soit sélectionnée.

Cliquer ensuite sur « Ajouter liste », puis sur « Parcourir ». Une fenêtre s'ouvre en demandant l'endroit où se trouve cette liste sur l'ordinateur.

La liste doit remplir les conditions suivantes :

- être au format texte (.txt) ou au format csv (.csv)
- 1 ligne par élève
- chaque ligne doit être sous la forme : Nom;Prénom;Login;Password
- aucun champ et aucune ligne ne doit être laissés vides, y compris à la fin du document.

Exemple de fichier contenant une liste d'élèves.

Le curseur doit se trouver à la fin du dernier mot de passe. Il faut bien vérifier qu'il est impossible d'aller plus loin dans le fichier à l'aide de la flèche de droite.

Cliquer ensuite sur Envoyer. Pour actualiser la nouvelle liste d'élèves, il est nécessaire de re-cliquer sur la classe concernée.

Attention aux doublons : Si le nom d'utilisateur souhaité est déjà utilisé, un ou plusieurs chiffres lui seront ajoutés. Avant d'aller plus loin, il est donc **très important** de bien vérifier la liste d'élèves avec les noms d'utilisateur et mots de passe.

C. Gestion des groupes

Afin d'affiner le travail donné aux élèves, il est possible de créer des groupes (des élèves issus de la même classe, mais aussi de classes différentes).

Important : Si un élève fait partie d'un ou plusieurs groupes, il aura uniquement accès au travail donné à ses groupes. Si aucun travail n'a été donné à ses groupes, il aura accès au travail donné à sa classe.

1. Création d'un groupe

Dans la partie gauche de la fenêtre, cliquer sur « Nouveau groupe ». Indiquer le nom du groupe, puis appuyer sur Entrée.

Il est possible de créer autant de groupes qu'on le souhaite.

2. Affectation d'un élève à un groupe

Cliquer sur une classe pour en afficher ses élèves. Sélectionner un élève, afin de rendre accessible le bouton « Affecter au groupe ». Choisir alors le (ou les) groupe(s) au(x)quel(s) on souhaite affecter l'élève.

Elèves de la classe Ma classe

Ajouter élève Ajouter liste ▼ Modifier Supprimer Affecter au groupe ▼

	Nom	Prén	✓ Test de groupes ✓ Groupe 2	Mot de passe
1	Blabla	Blabla		12345
2	nouveau nom	nouveau prénom	nnouveaunom226	12345
3	test	test	test39	test
4	test	test	testtest3	test

L'élève dont le login est « testtest3 » a été affecté à 2 groupes : « Tests de groupes » et « Groupe 2 ».
Si un élève est affecté dans plusieurs groupes, il aura accès à l'ensemble des exercices proposés à chacun des groupes.

D. Préparation de séances pour les élèves

1. Création de séance

Cliquer sur l'onglet « Création séances ».

Dans la partie droite, cliquer sur « Séances », puis « Nouvelle ».

La partie centrale de l'écran permet alors d'indiquer le nom et la description.

Pour compléter la partie « exercice », il faut :

- naviguer dans la partie gauche de la fenêtre, jusqu'à l'exercice voulu
- cliquer sur le niveau souhaité
- sans relâcher le bouton gauche de la souris, le déplacer jusqu'à la partie « Exercices : » de la partie centrale de la page (équivalent à faire un Cliquer/Déplacer).

- Le défilé
- Le rectangle
- Le chocolat
- Les bornes
- Les allumettes
- Le trésor
- La recette
- Le catalogue

Exercices proposés dans « Résoudre des problèmes avec la multiplication et la division » en CM2.

En cas d'erreur, il suffit de cliquer sur la petite poubelle afin de supprimer l'exercice de la séance.

On peut répéter cette opération autant de fois qu'on le souhaite pour réaliser la séance.

2. Modification d'un exercice

Bien que les exercices soient déjà paramétrés pour convenir aux repères de progressivité du niveau auquel ils sont proposés, l'enseignant peut vouloir modifier certains paramètres.

Ainsi, chaque exercice présent dans une séance est paramétrable. Pour cela, il faut :

- ouvrir la séance concernée
- double-cliquer sur l'exercice concerné.

Peuvent alors être modifiés :

- le nom et la description de l'exercice (uniquement dans ladite séance)
- le bouton « option » donne accès à quelques variables ajustables (temps, valeurs, etc.)

Une fois la séance complète, cliquer sur « Enregistrer ».



Pour les exercices qui apparaissent en gris (cf illustration précédente), le bouton « options » se trouve en haut à gauche.



Pour les exercices apparaissant en noir, le bouton « options » est représenté par une roue dentée bleue, et se trouve à côté du bouton « Commencer ».

Il est possible de rouvrir une séance créée précédemment en double-cliquant dessus. Après toute modification, ne pas oublier d'enregistrer.

3. Dupliquer une séance

Afin de retravailler une séance créée tout en en gardant une copie, il est possible de dupliquer une séance. Sélectionner la séance à dupliquer et cliquer sur « Séances », « Dupliquer ».
Une copie intitulée « Votre séance (copie) » est alors créée dans la liste des séances.

4. Classement dans un dossier

Toutes les séances créées peuvent être classées et hiérarchisées dans des dossiers.

Dans la partie droite, cliquer sur « Dossiers », « Nouveau », puis indiquer le nom du nouveau dossier.

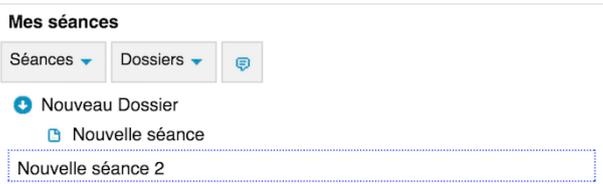
Les dossiers et les séances déjà présents peuvent être déplacés de haut en bas grâce au Cliquer/Déplacer.

Pour insérer une séance dans un dossier, il faut :

- ouvrir le dossier (la flèche doit pointer vers le bas)
- déplacer la séance juste en dessous de ce dossier, jusqu'à ce qu'elle soit légèrement décalée du bord : ceci indique qu'elle devient un élément du dossier.



Séance placée dans un dossier.



Séance placée en dessous d'un dossier.

5. **Partage de séance**

Pour partager une séance avec un(e) collègue, il faut cliquer sur « Séances » puis « Envoyer à », et taper l'adresse mail de la personne concernée.

6. **Récupérer une séance envoyée**

Pour récupérer une séance envoyée, cliquer sur le bouton à droite de « Dossiers ». Le logiciel précisera alors le nombre de séances reçues, et proposera de les accepter, ou de les refuser.

E. **Donner du travail aux élèves**

Cliquer sur « Sommaire élèves ». Dans la partie gauche, sélectionner la classe ou le groupe pour lequel le travail est destiné.

Dans la partie droite, choisir la séance. Puis, faire un cliquer/déplacer de la séance dans la partie centrale.

Le « + » permet de retrouver la liste d'exercices, et la petite poubelle permet d'enlever la séance.

F. **Consultation des résultats**

Les résultats sont consultables en temps réel. Cliquer sur l'onglet « Consultation résultats ».

La partie gauche permet de sélectionner l'élève, le groupe, ou la classe pour lesquels l'enseignant souhaite visualiser les résultats.

La partie droite permet de visualiser ces résultats, en effectuant certains tris : date, séance, exercice.

Attention : le tri est réinitialisé dès lors qu'un nouvel élément est sélectionné dans la partie gauche.

En cas de problème, merci de nous consulter : calculatice@ac-lille.fr

Résumé

Ce mémoire professionnel répond à une problématique rencontrée dans ma classe de CE1 concernant l'enseignement du calcul réfléchi. En effet, dès le début de l'année, deux élèves sont apparus en grande difficulté dans ce domaine, avec un décalage important par rapport au reste de la classe. Plusieurs pistes de remédiations ont été mises en place sans résultat concluant. Face à cette impasse, mon professeur de mathématiques à l'ESPE m'a alors suggéré de travailler avec eux sur un outil numérique, calcul@tice, une application proposant des exercices de calcul réfléchi en ligne.

L'objectif était de voir si un outil numérique, c'est-à-dire un dispositif inédit et novateur, était capable de faire progresser ces deux élèves et de leur faire dépasser les difficultés qu'ils n'avaient pas réussi à surmonter avec les autres supports.

Pour traiter cette problématique, j'ai choisi une approche découpée en trois grandes parties. La première partie rappelle l'étendue du domaine du calcul réfléchi et les enjeux essentiels liés à son enseignement. En effet, plusieurs termes sont employés en référence au calcul réfléchi : calcul mental, calcul approché... et il est important de bien définir ce que l'on entend aujourd'hui par calcul réfléchi et qui fera l'objet de la suite du mémoire.

La deuxième partie présente les différentes activités mises en place dans ma classe de CE1 autour du calcul réfléchi : fiches de calcul, jeux... Elle explique les difficultés rencontrées par les deux élèves suivis face à ces activités et les pistes de remédiations testées dans un premier temps.

Enfin, la troisième partie détaille le dispositif proposé via l'outil numérique calcul@tice et analyse les différents résultats et observations liés à ce dispositif. Les séances qui ont eu lieu avec mes élèves ont été extrêmement riches et j'ai pu répertorier à la fois de nombreux points positifs et des points de vigilance, qu'il me semble important de prendre en compte pour favoriser les conditions de réussite d'un dispositif de ce type.

Au terme de cette expérience, l'outil numérique m'apparaît comme un outil innovant, ludique et stimulant, permettant aux élèves en difficulté de réaliser des progrès prometteurs et encourageants. Le recours aux outils numériques permet de multiplier les supports proposés aux élèves, les modes d'action et de logique, et ouvre ainsi de nombreuses perspectives dans la diversification et l'enrichissement des pratiques pédagogiques.