



**HAL**  
open science

**Dans quelles mesures l'enseignement explicite  
complète-t-il l'enseignement constructiviste pour  
favoriser la mobilisation des stratégies cognitives des  
élèves en CE1, en mathématiques ?**

Charlotte Chevassu

► **To cite this version:**

Charlotte Chevassu. Dans quelles mesures l'enseignement explicite complète-t-il l'enseignement constructiviste pour favoriser la mobilisation des stratégies cognitives des élèves en CE1, en mathématiques ?. Education. 2017. dumas-01624457

**HAL Id: dumas-01624457**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01624457>**

Submitted on 17 Nov 2017

**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.

**ÉCOLE SUPÉRIEURE DU PROFESSORAT ET DE L'ÉDUCATION  
DE L'ACADÉMIE DE PARIS**

**Dans quelles mesures l'enseignement explicite complète-t-il  
l'enseignement constructiviste pour favoriser la mobilisation des  
stratégies cognitives des élèves en CE1, en mathématiques ?**

Charlotte Chevassu

**MEMOIRE DE MASTER MEEF**

Mention Premier degré

Sous la direction de Frédéric Untz

2016-2017

Mots-clés : (stratégies cognitives, enseignement, explicite, constructivisme)

# INTRODUCTION

Lorsque j'ai obtenu mon concours de professeur des écoles, je me suis interrogée sur le choix d'une pédagogie qui favoriserait l'apprentissage des mathématiques de mes 22 élèves de CE1. Philippe Perrenoud, figure de proue de la recherche en sciences de l'éducation définit la pédagogie comme étant une « réflexion sur l'action éducative en vue de l'améliorer. »<sup>1</sup> D'autre part, il ajoute que la pédagogie englobe les actes d'enseigner et d'apprentissage du savoir. Nous nous appuyerons sur la définition de Perrenoud pour la suite du mémoire.

En premier lieu, avant d'être professeur des écoles stagiaire, j'ai eu l'occasion d'observer la pédagogie qui se base sur les théories du constructivisme, appelée pédagogie constructiviste. C'est pourquoi, à la rentrée scolaire 2016-2017, j'ai tenté de concevoir et de mettre en œuvre mes séquences d'apprentissage autour de la pédagogie constructiviste. Le constructivisme en pédagogie avance que l'apprenant n'intègre un savoir que s'il en construit « sa compréhension en le confrontant à ses représentations »<sup>2</sup>. Le choix de la méthode constructiviste *Cap Maths*<sup>3</sup> a été un modèle pour construire mes séquences d'apprentissage. Par ailleurs, ce choix a été fixé pour l'année 2016-2017 avec mon binôme. Ensuite, les séquences d'apprentissage de *Cap Maths*<sup>3</sup> se composent d'une séance de découverte d'une situation problème, suivie d'une séance de recherche, puis d'une séance de mise en commun et enfin d'une séance d'entraînement. Toutes ces séances nécessitent un fort étayage de la part de l'enseignant.

Cependant, en novembre, j'ai constaté un premier problème lors des situations d'apprentissages en mathématiques : la majorité de mes élèves comprenaient la notion en jeu mais contrôlaient peu ou sans efficacité leur résultats lors des séances d'entraînements, si bien qu'ils obtenaient des résultats incorrects. En parallèle, le second problème rencontré a été la difficulté à apprendre aux élèves à contrôler efficacement leurs résultats.

Ensuite, C. une de mes élèves présente un trouble autistique. Elle est scolarisée et accompagnée le matin par son Auxiliaire de Vie Scolaire (AVS). L'après-midi, l'AVS et C. utilisent la *Méthode de Singapour*.<sup>4</sup> Cette méthode m'a été présentée comme étant très efficace

---

<sup>1</sup>Perrenoud, Philippe in Vellas, Etienne « Comparer les pédagogies : un casse-tête et un défi », Educateur, n° spécial, 2007, (p. 1).

<sup>2</sup> Académie de Paris, *ac-paris.fr*, [https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1\\_490017/pedagogie-et-psychologie-de-l-education-glossaire?id=p1\\_490017&#p1\\_490113](https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_490017/pedagogie-et-psychologie-de-l-education-glossaire?id=p1_490017&#p1_490113)

<sup>3</sup> Charnay, Roland, Combier, Georges, Dussuc, Marie-Paule, Madier, Dany, *Cap Maths, cycle 2, CE1*, Paris, Hatier, 2016.

<sup>4</sup> Hong, Kho Tek, and al., adaptée par Paillard, Thierry, *La Méthode de Singapour, CE1*, La Librairie des Écoles, 2011.

pour les élèves en difficulté d'apprentissage. Par ailleurs, elle constitue le modèle de l'enseignement explicite en mathématiques dans le monde.

Ainsi, je me suis intéressée à l'enseignement explicite en mathématiques. Philippe Meirieu, spécialiste de la pédagogie, le définit comme « direct et structuré, fortement guidé par l'enseignant ». <sup>5</sup> Les caractéristiques de l'enseignement explicite et sa diffusion limitée en France, ont pour effet qu'on l'assimile à l'enseignement transmissif. C'est pourquoi, l'enseignement explicite m'a semblé au début, contradictoire à la pédagogie constructiviste. Néanmoins, les recherches scientifiques m'ont permis de découvrir qu'il permettait aux élèves de contrôler leur compréhension grâce à la mobilisation de leurs stratégies. Ainsi, j'ai pensé que l'enseignement explicite pouvait être complémentaire à l'enseignement constructiviste que je devais continuer à mettre en œuvre dans la classe.

Dès lors, deux hypothèses permettraient de répondre aux problèmes posés. La première hypothèse est que l'apprentissage des mathématiques nécessite d'automatiser des stratégies. La seconde hypothèse est que l'enseignement explicite en mathématique permet aux élèves de mobiliser leurs stratégies cognitives et à l'enseignant de planifier des séquences dans ce but.

On peut donc se demander : Au préalable, la psychologie cognitive confirme-t-elle ces hypothèses ? Puis, la mobilisation des stratégies, au côté de la construction du sens, influence-t-elle l'apprentissage des mathématiques ? Ensuite, l'enseignement explicite mobilise-t-il les stratégies des apprenants grâce à des stratégies d'enseignement ? Aussi, les Instructions Officielles rejoignent-elles les résultats de la recherche ? D'autre part, comment mettre en œuvre des séquences permettant aux élèves de mobiliser et d'organiser leurs stratégies ? Enfin, comment évaluer les acquis et quelles conclusion peut-on tirer des résultats observés ?

De ce fait, toutes ces questions constitueront la trame du plan du développement.

Puis, pour corroborer ces hypothèses, j'ai expérimenté l'enseignement explicite en complément de l'enseignement constructiviste. Ainsi, j'ai observé trois variables pour construire des données. La première variable est une compétence en calcul réfléchi et posé des nombres supérieurs à 100 sans et avec retenues. La seconde variable est l'utilisation en synergie de la *Méthode de Singapour* <sup>4</sup> et de *Cap Maths* <sup>3</sup>. Enfin, l'enseignant constitue la troisième variable car il constate l'efficacité des deux enseignements sur l'apprentissage des mathématiques des élèves.

---

<sup>5</sup> Meirieu, Philippe, *Qu'est-ce que l'enseignement explicite? Comment le définir ?*, Institut Français de l'Éducation, Centre Alain Savary, septembre 2015.

# 1. Recherches théoriques

## 1.1. Mobiliser efficacement des stratégies cognitives pour apprendre les mathématiques

La psychologie cognitive permet de mieux comprendre le processus d'apprentissage des mathématiques puisqu'elle explique le fonctionnement mental de l'élève lorsqu'il résout des problèmes en mathématiques. En ce sens, le psychologue australien, John Sweller a mené plusieurs travaux sur l'apprentissage lors de la résolution de problèmes, afin d'identifier les facteurs favorables à l'apprentissage. Ainsi, il a développé la « théorie de la charge cognitive »<sup>6</sup> qui est encore suivie par de nombreux chercheurs en cognitivisme.

Selon John Sweller, l'individu a besoin pour apprendre d'intégrer des connaissances dans sa mémoire à long terme. Celle-ci a le rôle de stocker les connaissances permanentes de l'individu. Ensuite, la « théorie de la charge cognitive »<sup>6</sup> explique que pendant la résolution de problèmes, l'individu se construit une représentation cohérente de ce qu'il doit faire. C'est pourquoi, Swelle parle de la construction d'un « schéma »<sup>6</sup>, qui permet à l'apprenant de traiter, d'organiser et de mobiliser ses connaissances d'un domaine spécifique de compétences.

Environ vingt ans plus tard, les chercheurs en psychologie cognitive, Kirschner, Kester et Corbalan ont présentés des travaux<sup>7</sup> prolongeant ceux de John Sweller. Aussi, pour ces trois chercheurs, la « construction des schémas »<sup>7</sup> dans la mémoire à long terme représente l'un des deux processus de la « théorie de la charge cognitive ».<sup>6</sup>

Pour poursuivre, John Sweller avance qu'un individu novice (sans expérience dans un domaine spécifique) peut très bien donner un résultat correct du problème sans pour autant construire de schéma. En fait, la mémoire de travail de l'individu qui stocke les informations à court terme, est déjà monopolisée pour la réalisation de la tâche proposée. L'individu novice ne retient donc pas les stratégies utiles à la construction d'un schéma et qui l'ont amené à la solution du problème. Selon John Sweller, on distingue ainsi l'individu expert de l'individu novice par l'acquisition de schémas dans de nombreux domaines pour le premier. C'est pourquoi, l'individu expert automatise en permanence la mobilisation de ses connaissances

---

<sup>6</sup> Sweller, John, « Cognition Load During Problem Solving : Effects and Learning », *Cognitive Science*, vol. 12, 1988, (p. 257-285).

<sup>7</sup> Kirschner, F, Kester, L., Corbalan, G., « Cognitive Load Theory and Multimedia Learning, Task Characteristics and Learning Engagement : The Current State of the Art », *Computers in Human Behavior*, vol. 27, n°1, 2010, (p. 1-4).

dans sa mémoire à long terme. Kirschner, Kester et Corbalan, parle alors d'« automatisation des schémas »<sup>7</sup>, qui constitue l'un des deux autres processus de « la théorie de la charge cognitive ».<sup>6</sup>

Il faut remarquer, qu'un apprentissage dans un nouveau domaine monopolise aussi bien la mémoire de travail de l'individu novice que de l'individu expert. Par conséquent, sans libération de la mémoire de travail, l'apprentissage est impossible.

Dans cette logique, afin d'éviter une surcharge de la mémoire de travail et rendre l'apprentissage possible, l'élève peut mobiliser des stratégies pour construire et automatiser ses schémas dans sa mémoire à long terme. Une fois que l'apprenant aura intégré les stratégies, il pourra résoudre avec plus d'efficacité et de rapidité des problèmes complexes. Par ailleurs, les chercheurs québécois Clermont Gauthier, Steve Bissonnette et Mario Richard définissent la notion de stratégies mises en jeu dans les processus d'apprentissage, dans l'ouvrage *Enseignement explicite et réussite des élèves*.<sup>8</sup> Plus précisément, ils parlent de « stratégies cognitives »<sup>8</sup> qui sont « un ensemble d'étapes à suivre dans l'exécution d'une tâche (...) »<sup>8</sup> D'autre part, les trois chercheurs avancent que les stratégies cognitives : « indiquent clairement aux élèves les actions à entreprendre pour comprendre et appliquer avec succès les différents contenus d'apprentissage ».<sup>8</sup>

Enfin, pour les auteurs du livre *Enseignement explicite et réussite des élèves*,<sup>8</sup> les stratégies cognitives seraient déterminantes dans la « construction de la représentation » de la tâche à effectuer. En effet, si l'espace de la mémoire de travail est insuffisant, l'élève stocke dans sa mémoire à long terme des connaissances erronées et se construit une représentation incohérente de la tâche à accomplir. Par conséquent, il aura des difficultés pour comprendre ce qu'il doit faire et construire le sens de la notion en jeu. C'est ce que nous verrons dans la sous-partie suivante.

## **1.2. Nécessité de la construction du sens pour apprendre les mathématiques**

Au préalable, l'acquisition d'une connaissance prend sens pour l'élève, quand il relie des données exogènes à ses propres connaissances.

---

<sup>8</sup> Clermont, Gauthier, Bissonnette, Steve, Richard, Mario, *Enseignement explicite et réussite des élèves. La gestion des apprentissages*, De Boeck, 2013, (322 p.)

En premier lieu, la construction du sens a été questionnée dans les années 1970. Les travaux portaient alors sur la place du sens dans la réussite scolaire face à la démocratisation de l'enseignement. D'autre part, le chercheur suisse, Philippe Perrenoud, s'est intéressé dans les années 90, à la construction du sens. Dans son article « Sens du travail et travail du sens à l'école »<sup>9</sup>, Perrenoud esquisse trois thèses sur le sens. Nous nous attacherons à la première et à la troisième, à savoir : « Le sens se construit ; il n'est pas donné d'avance »<sup>9</sup> et le sens se construit à partir « d'un ensemble de valeurs et de représentations. »<sup>9</sup> Ainsi, avec ses deux thèses sur le sens, Perrenoud montre que le sens est un ensemble de représentations dans le processus d'apprentissage et qu'il est donc nécessaire de le construire.

En regard des résultats de la recherche, l'enseignement constructiviste, pour qui la connaissance est construite par l'apprenant, a beaucoup pensé à la construction du sens par les élèves.

Par la suite, les travaux en psychologie cognitive ont insisté sur le fait que seul l'élève peut apprendre et que chacun doit construire ses propres savoirs. Ces travaux ont nourri la construction du sens dans l'enseignement explicite.

Ainsi, trente ans après les travaux de Perrenoud, les auteurs du livre *Enseignement explicite et réussite des élèves*<sup>8</sup> ont à leur tour interrogé le rôle du sens dans le processus d'apprentissage vis-à-vis de la psychologie cognitive. Ces derniers ont postulé que tout individu dispose d'« acquis antérieurs »<sup>8</sup> stockés dans sa mémoire à long terme. De ce fait, l'individu interprète les données exogènes arrivant dans sa mémoire de travail en les mettant en lien avec ses « acquis antérieurs. »<sup>8</sup> Ainsi, les données exogènes sont traitées dans la mémoire à long terme de l'apprenant, lui permettant de s'en construire une représentation et de comprendre ce qu'il doit faire. Cependant, toujours pour ces trois auteurs, le traitement de la donnée exogène vers la mémoire à long terme n'est possible que si l'individu lui donne un sens.

Pour résumer, pour ces trois chercheurs québécois, le sens se construit pendant le processus d'apprentissage et à partir d'un ensemble de représentations d'un individu, ce qui rejoint et explique scientifiquement la troisième thèse de Perrenoud. Seulement, les trois chercheurs insistent sur le fait que le sens permet « à l'élève de se construire une représentation de la tâche à effectuer ».<sup>8</sup>

---

<sup>9</sup> Perrenoud, Philippe, « Sens du travail et travail du sens à l'école », *Cahiers pédagogiques*, n°314-315, 1993, (p. 23-27).

Finalement, Steve Bissonnette et Mario Richard, chercheurs en enseignement efficace, ajoutent dans leur livre *La pédagogie – Théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours*<sup>10</sup>, qu'« apprendre c'est modifier ses représentations jusqu'à ce que l'on comprenne et retienne l'objet d'apprentissage ».<sup>10</sup> En conséquence, aider l'apprenant à modifier ses représentations, grâce à la mobilisation de stratégies cognitives, apparaît comme essentiel pour que l'élève réussisse ses apprentissages. C'est pourquoi, on s'intéressera dans la sous-partie suivante à ce qu'est l'enseignement explicite et à sa potentielle influence sur la mobilisation des stratégies cognitives.

### 1.3. Ce qu'est l'enseignement explicite

En premier lieu l'enseignement explicite n'étant pas encore trop démocratisé en France, il est essentiel d'explicitier ses spécificités dans cette sous-partie.

En outre, John Hattie, un chercheur néo-zélandais, a travaillé sur l'enseignement explicite. Dans son livre *Visible learning. A Synthesis of over 800 Meta-analyses Relating to Achievement*<sup>11</sup>, écrit en 2009, il définit l'enseignement explicite comme étant une « stratégie d'enseignement structurée en micro-étapes et fortement intégrées »<sup>11</sup>.

De plus, le scientifique néo-zélandais explique qu'avec l'enseignement explicite, l'enseignant s'efforce de rendre explicite les apprentissages à ses élèves. John Hattie précise que l'enseignant aurait alors un rôle de « meneur. »<sup>11</sup> Alors que dans l'enseignement constructiviste, l'enseignant adopterait plutôt un rôle de « facilitateur. »<sup>11</sup> Nous reviendrons plus en détail sur les rôles de l'enseignant suivant la pédagogie dans la sous partie 1.4.2. « enseigner la mobilisation des stratégies cognitives de l'élève. »

Par ailleurs, les auteurs québécois du livre *Enseignement explicite et réussite des élèves*<sup>8</sup> vont de le sens de la description des spécificités de John Hattie et expliquent que dans l'enseignement explicite, les actions de l'enseignant relèvent fortement des verbes : « dire, montrer et guider. »<sup>8</sup>

Puis, nous allons voir la démarche de la pédagogie explicite. Selon les trois auteurs québécois, l'enseignant commence sa séance par une démonstration appelée « modélisation. »<sup>8</sup> Il poursuit ensuite par une « pratique guidée »<sup>8</sup> où il réalise la tâche en jeu en explicitant à ses élèves à voix haute les stratégies qu'il utilise. Enfin, l'enseignant termine sa séance par une

---

<sup>10</sup> Bissonnette, Steve, Richard, Mario, *La pédagogie – Théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours*, Gaëtan Morin éditeur 2005, (329 p.)

<sup>11</sup> Hattie, John, *Visible learning. A Synthesis of over 800 Meta-analyses Relating to Achievement*, New York, Routledge, 2009, (392 p.)

« pratique autonome. »<sup>8</sup> Lors de cette dernière phase, les élèves réalisent seuls la tâche en jeu. Ainsi, selon ces trois auteurs, le but de la démarche de l'enseignement explicite est d'opérer un transfert des stratégies cognitives de l'enseignant vers celles de ses élèves. Ces derniers, au fil des séances, pourront mobiliser des stratégies cognitives leur permettant de réaliser la tâche en jeu et ainsi les automatiser à la fin de la séquence.

De ce fait, les spécificités de l'enseignement explicite apportées dans cette sous-partie vont nous aider à comprendre dans la prochaine sous-partie son influence, en complément de l'enseignement constructiviste, sur la mobilisation des stratégies cognitives des élèves et des stratégies d'enseignements de l'enseignant.

## **1.4. Les apports de l'enseignement explicite à l'enseignement constructiviste**

### **1.4.1. Apprendre à mobiliser ses stratégies cognitives**

Avec l'apparition des théories cognitives dans les années 1990, comme celle de la « charge cognitive »<sup>6</sup> développée par John Sweller, les chercheurs en psychologie cognitive se sont questionnés sur les facteurs qui pouvaient influencer la résolution de procédures complexes dans la résolution de problèmes.

La « métacognition »<sup>12</sup> constitue un des facteurs qui a fait l'objet de nombreuses recherches de la part des psychologues cognitifs des apprentissages. C'est le chercheur John T. Bruer qui est l'un des premiers à en avoir parlé dans son ouvrage *Schools for Thought*,<sup>12</sup> en 1993. Pour ce dernier, la « métacognition »<sup>12</sup> est le fait de donner à un apprenant des méthodes pour qu'il puisse « réfléchir sur sa propre pensée »<sup>12</sup>, la contrôler et l'organiser automatiquement grâce à des stratégies cognitives.

Nous rappelons ici que la recherche détermine la fonction des stratégies cognitives comme étant nécessaires aux différentes phases du processus d'apprentissage que sont l'acquisition, la compréhension et l'intégration de l'objet d'apprentissage, permettant son stockage et son rappel en mémoire à long terme.

C'est pourquoi, il paraît nécessaire de s'intéresser aux processus qui permettent de développer la métacognition mise en avant par John T. Bruer. Les données de la recherche

---

<sup>12</sup> Bruer, John T., *Schools for Thought*, Cambridge, The Mit Press, (336 p.)

obtenues seront ainsi mises en lien avec les données de l'expérimentation menée dans ma classe, pour aider mes élèves à contrôler plus efficacement leurs résultats lors de l'entraînement.

En somme, l'auteur de l'ouvrage *Schools for Thought*<sup>12</sup> donne des pistes pour développer la métacognition des apprenants. En effet, l'enseignant peut commencer par présenter à ses élèves ce qu'ils sont en train de faire, puis les encourager à comparer les stratégies cognitives qu'ils sont en train d'utiliser avec un choix restreint de stratégies cognitives.

De même, les auteurs québécois du livre *Enseignement explicite et réussite des élèves*.<sup>8</sup> expliquent que pour favoriser la métacognition de ses élèves et dans le cadre d'un enseignement explicite, l'enseignant doit faire attention à son langage mais aussi à celui de ses élèves. Effectivement, cela s'explique par le fait que lors d'une résolution de problème, l'élève travaille sur sa mémoire de travail et utilise son langage pour mieux conscientiser ses stratégies cognitives. Par conséquent, les trois chercheurs québécois conseillent à l'enseignant d'encourager ses élèves « à faire appel leur langage intérieur »<sup>8</sup>.

D'ailleurs, Gauthier, Bissonnette et Richard, donnent l'exemple des chercheurs Michael Pressley et Vera Woloshyn, qui ont montré en 1995 l'impact positif d'enseigner aux élèves une stratégie pour résumer ce qu'ils ont compris de leur lecture. L'expérience menée par Pressley et Woloshyn est basée sur l'enseignement explicite. Elle débute par la lecture de l'élève puis se poursuit par une question de l'enseignant à l'élève pour lui faire verbaliser ce qu'il a compris. Enfin la réponse de l'élève constitue un résumé qui améliore sa compréhension de la lecture. De ce fait, l'enseignant transfère la stratégie cognitive « résumer ce que l'on a compris » à l'élève. Les critères de réussite « atteinte d'un meilleur niveau d'attention » et « meilleure régulation de la lecture »<sup>8</sup> mis en avant à la séance de lecture suivante, montrent une amélioration de la compréhension dès la séance suivante.

Ainsi pour John T. Bruer, les trois auteurs québécois et Pressley et Woloshyn, la métacognition permet une mobilisation efficace des stratégies cognitives et une meilleure compréhension de la tâche à effectuer.

Cependant, seuls les trois auteurs québécois et Pressley et Woloshyn montrent que l'enseignement de la métacognition est rendu possible par la structuration d'une séance d'enseignement explicite grâce aux stratégies d'enseignement. En effet, pour eux, l'enseignement explicite procède par étapes au sein d'une séance.

Tout d'abord, lors de la première étape appelée le « modelage »<sup>8</sup>, l'enseignant explicite ses propres stratégies cognitives qui lui permettent d'effectuer la tâche ou le micro-objectif demandé. Il utilise pour cela son langage interne. Pour les auteurs du livre *Enseignement*

*explicite et réussite des élèves* <sup>8</sup>, le modelage initie le processus de métacognition chez les élèves.

Ensuite, pendant la deuxième étape que les auteurs nomment « pratique guidée » <sup>8</sup>, les élèves prennent en charge les stratégies proposées par l'enseignant, qu'ils commencent à conscientiser avec leur langage interne.

Enfin, lors de la troisième étape, l'enseignant transfère ses stratégies cognitives aux élèves qui se les approprient grâce à leur langage interne. C'est pourquoi, cette étape est appelée « pratique autonome » <sup>8</sup>. Ainsi, à la fin d'une séance, l'élève a atteint un ou plusieurs micro-objectifs. Ceux-ci pourront être couplés à d'autres micro-objectifs dans le but d'atteindre des objectifs.

En somme, pour Gauthier, Bissonnette et Richard « l'enseignement explicite nécessite un étayage fort de la part de l'enseignant » <sup>8</sup>, en particulier au début de l'apprentissage où l'enseignant fournit à ses élèves des stratégies cognitives. Ce soutien, au fil de la séquence est progressivement réduit. D'ailleurs, à la fin du processus d'apprentissage, l'élève est encouragé à utiliser les stratégies cognitives qu'il s'est appropriées.

Face aux résultats de la recherche, il est nécessaire de se demander si l'enseignement constructiviste peut aussi permettre la mobilisation des stratégies cognitives des apprenants. Pour répondre à cette question, nous exposerons les travaux de Jacques Tardif, chercheur en psychologie de l'éducation, qui a développé l'enseignement stratégique, en 1994, dans son article « L'idéologie cognitiviste et l'éducation ». <sup>13</sup> D'abord, Jacques Tardif se base sur l'enseignement constructiviste pour affirmer que « l'apprentissage concerne autant les stratégies cognitives et métacognitives que les connaissances théoriques ». <sup>13</sup> De plus, pour Tardif le processus d'apprentissage peut autant commencer par un objectif que par un micro-objectif.

L'idée développée par Tarif va à l'encontre de celle basée sur l'enseignement explicite des chercheurs Gauthier, Bissonnette et Richard. Ces derniers pensent que l'apprentissage doit nécessairement commencer par un micro-objectif et non par un objectif. La raison à cela est que partir d'un objectif est abstrait pour les apprenants novices et surcharge leur mémoire de travail. Par conséquent, l'élève éprouvera des difficultés à se construire une représentation de la tâche à effectuer. Au contraire, pour ces trois chercheurs, une segmentation de la tâche en micro-objectifs, permet aux élèves de s'approprier un micro-objectif concret avant d'atteindre un objectif plus abstrait.

---

<sup>13</sup> Tardif, Jacques, « L'idéologie cognitiviste et l'éducation : Pour un enseignement stratégique, l'apport de la psychologie cognitive. » *Revue canadienne de l'éducation*, vol. 19, n° 3, 1994, (p. 336).

Étant donné que les mêmes auteurs avancent également que l'enseignement explicite constitue une « approche pédagogique globale qui comporte de nombreuses stratégies spécifiques d'enseignement. »<sup>8</sup>, il est essentiel de montrer dans la prochaine sous-partie, dans quelles mesures les stratégies de l'enseignement explicite favorisent l'apprentissage des stratégies cognitifs des apprenants.

### **1.4.2. Enseigner la mobilisation des stratégies cognitives de l'élève**

Dans cette sous-partie, nous commencerons par nous demander dans quelles mesures l'enseignant peut devenir un facteur qui favorise la réussite de ses élèves.

Pour se faire, nous nous intéresserons à trois méga-analyses, c'est-à-dire des synthèses de synthèses de recherches, menées au cours des deux dernières décennies et dont l'objectif est de mesurer les effets de l'influence de facteurs sur l'apprentissage.

Commençons par l'étude « Synthesis of Educational Productivity Research »<sup>14</sup> des chercheurs en sciences cognitives, Fraser, Walberg, Welch et Hatti. En 1987, cette méga-analyse les a amenés à référencer six facteurs pouvant influencer l'apprentissage des élèves. Ainsi, les quatre scientifiques ont mesuré l'effet d'ampleur de ces six facteurs. L'effet d'ampleur correspond à la « différence entre la moyenne du groupe expérimental et de celle du groupe contrôle, divisée par l'écart type du groupe contrôle »<sup>14</sup>. Les résultats ont montré que c'est le facteur « stratégies pédagogiques »<sup>14</sup> qui a l'effet d'ampleur le plus élevé des six facteurs. Parmi ces six facteurs, on trouve les facteurs « environnement social »<sup>14</sup> et l'« école »<sup>14</sup>. En définitif, les résultats de l'étude « Synthesis of Educational Productivity Research »<sup>14</sup> montrent donc que l'enseignant a un impact sur la réussite de ses élèves.

Ensuite, l'étude « Synthesis of Educational Productivity Research »<sup>14</sup> peut être mise en lien avec l'étude « Toward a Knowledge Base for School Learning. »<sup>15</sup> Celle-ci, éditée en 1993, a été réalisée sur cinquante ans par les chercheurs américains Margaret Wang, Geneva Haertel et Herbert Walberg, qui ont voulu expliquer les cadres de pratiques pédagogiques où l'enseignant avait un impact sur la réussite de l'apprentissage de ses élèves. Ces trois chercheurs américains ont listé vingt-huit facteurs qu'ils ont ordonnés en fonction de leurs influences sur

---

<sup>14</sup> Fraser, B. J., Walberg, H. J., Welch, W.W. Hattie, J. A. « Synthesis of Educational Productivity Research » des chercheurs cognitifs. », *International Journal of Educational Research*, vol. 11, 1987, (p. 147-252).

<sup>15</sup> Wang, Margaret, Haertel Geneva, Walberg Herbert, « Toward a Knowledge Base for School Learning », *Review of Educational Research*, vol. 63, n°3, 1993, (p. 250-294).

l'apprentissage. Ces trois chercheurs ont alors constaté que les facteurs « gestion de classe »<sup>15</sup> et « processus métacognitifs »<sup>15</sup> arrivaient en premier.

Néanmoins, ils ont été surpris de trouver le facteur « processus cognitifs »<sup>15</sup> en troisième position parmi les vingt-huit autres facteurs et arrivant derrière les facteurs « gestion de classe »<sup>15</sup> et « processus métacognitifs »<sup>15</sup>. Pour comprendre le classement du facteur « processus cognitifs »<sup>15</sup>, les chercheurs américains s'appuient sur les travaux des chercheurs Edwin Ellis, Lou Ann Worthington et Martha Larkin, réalisés en 1994. Les résultats de ces travaux indiquent que l'enseignant peut, dans le cadre de sa gestion de classe, intervenir directement pour développer les processus métacognitifs de ses élèves. En outre, les résultats issus des recherches sur la métacognition montrent que les processus métacognitifs contribuent à aider les élèves à mobiliser leurs stratégies cognitives. En conséquence, les chercheurs Margaret Wang, Geneva Haertel et Herbert Walberg ont conclu qu'une « gestion de classe efficacement menée dans le cadre d'un enseignement constructif est suffisante pour développer les stratégies métacognitives »<sup>15</sup> et donc les stratégies cognitives des élèves.

En résumé, les résultats de la méga-analyse « Synthesis of Educational Productivity Research »<sup>14</sup> ont relevé que le facteur « stratégies pédagogiques »<sup>14</sup> de l'enseignant est celui qui a la plus grande influence sur l'apprentissage des élèves. Dans la continuité, la méga-analyse « Toward a Knowledge Base for School Learning »<sup>15</sup> a permis de préciser que la « gestion de classe »<sup>15</sup> en tant que stratégie pédagogique est le principal facteur d'influence sur les processus métacognitifs et donc cognitifs des élèves. Ces derniers favorisant la réussite de leurs apprentissages.

Finalement, les huit-cents méga-analyses compilées dans l'ouvrage *Visible learning. A Synthesis of over 800 Meta-analyses Relating to Achievement*<sup>11</sup> publié par John Hattie, en 2009, a montré les types de stratégies pédagogiques qui influencent l'apprentissage des élèves. Aussi, Hattie a classé les stratégies d'enseignement employées par deux types d'enseignants. Dans un premier temps, pour Hattie, l'enseignant « meneur »<sup>11</sup> utilise des stratégies d'enseignement où il « dirige et conduit l'apprentissage »<sup>11</sup>. Au contraire, l'enseignant « facilitateur »<sup>11</sup> guide le processus d'apprentissage de ses élèves. En somme, le chercheur précise que les stratégies employées par l'enseignant « meneur »<sup>11</sup> relèvent plus de l'enseignement explicite et que les stratégies mises en œuvre par l'enseignement « facilitateur »<sup>11</sup>, sont basées sur le constructivisme. Enfin, les résultats montrent que pour les stratégies d'enseignements « enseigner aux élèves à verbaliser »<sup>11</sup> et « stratégie métacognitives »<sup>11</sup> l'effet d'ampleur est trois fois plus important pour un enseignant « meneur »<sup>11</sup>

que pour un enseignant « facilitateur »<sup>11</sup>. Selon Hatti, l'enseignant « meneur »<sup>11</sup> est donc plus à même de développer les stratégies métacognitives et cognitives de ses élèves.

Pour conclure, d'après les résultats des trois méga-analyses, les stratégies de l'enseignement explicite permettent de développer l'apprentissage des stratégies métacognitives et donc cognitives des élèves. Par conséquent, cela facilite leurs apprentissages. Nous poursuivrons cette réflexion en regard des Instructions Officielles dans la sous-partie suivante.

## 1.5. Les Instructions Officielles

Les sous-parties précédentes nous ont amenées à confronter nos hypothèses à la recherche scientifique. Dans cette sous-partie, nous vérifierons si les résultats de la recherche portant sur la pédagogie explicite répondent aux préconisations faites par les Instructions Officielles.

Tout d'abord, on retrouve régulièrement le mot « explicite » dans le *Socle commun de connaissances de compétences et de culture*<sup>16</sup> (qui sera abrégé *SCCC*<sup>17</sup> pour le reste du mémoire) de 2015, les *Programmes*<sup>17</sup> de 2016, en particulier du cycle 2 et le *Référentiel pour l'éducation prioritaire*<sup>18</sup>, datant de 2015.

En outre, la priorité n°2 du *Référentiel pour l'éducation prioritaire*<sup>19</sup> est d' « enseigner plus explicitement les compétences que l'école requiert pour assurer la maîtrise du socle commun. »<sup>19</sup> L'enseignement explicite apparaît ici comme un outil qui structurerait les apprentissages des élèves et spécifiquement des élèves qui sont le plus fragile sur le plan scolaire. De la même façon, le *SCCC*<sup>17</sup> accorde une place importante à l'enseignement explicite notamment avec son « domaine n°2 : des méthodes et des outils pour apprendre »<sup>17</sup>. Ce domaine du socle reprend de nombreuses compétences de mathématiques pour que soit fait « un apprentissage explicite en situation, dans tous les enseignements (...) »<sup>17</sup>

Le *SCCC*<sup>17</sup> insiste sur le fait que la maîtrise des méthodes et outils pour apprendre développe l'autonomie et les capacités d'initiative, pour faciliter une implication dans le travail en groupe. En effet, les objectifs premiers du « domaine n°2 »<sup>17</sup> du *SCCC*<sup>17</sup> doivent permettre à l'élève d'organiser son travail personnel pour qu'il « se projette dans le temps, anticipe,

---

<sup>16</sup> Socle commun de connaissances, de compétences et de culture, *education.gouv.fr*, [http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin\\_officiel.html?cid\\_bo=87834](http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=87834)

<sup>17</sup> Ministère de l'Éducation Nationale, *education.gouv.fr*, [http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin\\_officiel.html?pid\\_bo=33400](http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=33400)

<sup>18</sup> Ministère de l'Éducation Nationale, *education.gouv.fr*, [http://www.education.gouv.fr/cid76427/refonder-education-prioritaire.html?gclid=CK\\_d7NXVo9MCFUk8GwodIFIBQQ&gclsrc=aw.ds](http://www.education.gouv.fr/cid76427/refonder-education-prioritaire.html?gclid=CK_d7NXVo9MCFUk8GwodIFIBQQ&gclsrc=aw.ds)

planifie ses tâches »<sup>17</sup>. D'autre part, on voit que la construction de la représentation de la tâche à effectuer par le sens et l'automatisation des stratégies cognitives sont encouragées. Puisque le *SCCC*<sup>17</sup> précise que l'objectif du « domaine n°2 »<sup>17</sup> engage l'élève « dans une démarche de résolution »<sup>17</sup> et l'amène à « analyser et exploiter les erreurs, mettre à l'essai plusieurs solutions »<sup>17</sup>. En ce sens, l'élève doit confronter ses nouvelles connaissances à ses « acquis antérieurs »<sup>8</sup> ancrés dans sa mémoire à long terme, ce qui rejoint les résultats de la recherche.

Puis les *Programmes*<sup>18</sup> de 2016 pour le cycle 2 vont dans le même sens que le *Référentiel pour l'éducation prioritaire*<sup>19</sup> et le *SCCC*<sup>17</sup>. Néanmoins, les *Programmes*<sup>18</sup> de 2016 pour le cycle 2 consacrent deux spécificités à l'enseignement explicite des stratégies cognitives.

La première de ces deux spécificités est : « le sens et l'automatisation se construisent simultanément »<sup>18</sup> En somme, d'après les *Programmes*<sup>18</sup> « la compréhension est indispensable à l'élaboration de savoirs solides »<sup>18</sup> et « l'automatisation des savoir-faire libère des ressources cognitives pour accéder à la compréhension. »<sup>18</sup> Ainsi, les résultats scientifiques apportés dans les précédentes sous-parties vont dans le sens de la première de ces deux spécifiques. En effet, cette dernière mentionne que la mobilisation de stratégies cognitives complète la construction du sens pour rendre l'apprentissage efficace.

Puis, la deuxième spécificité soulignée est : « les connaissances intuitives tiennent encore une place centrale et sont utilisées comme fondements des apprentissages explicites »<sup>18</sup>. Aussi, comme la recherche le précise, la représentation de la tâche à effectuer est construite à partir des « acquis antérieurs »<sup>8</sup> de l'apprenant. En ce sens, les *Programmes*<sup>18</sup> invitent aussi les élèves à utiliser leurs « connaissances intuitives »<sup>18</sup>, c'est-à-dire celles qui sont stockées dans la mémoire à long terme, afin de contrôler et d'évaluer des données exogènes arrivant dans la mémoire de travail.

De plus, les *Programmes*<sup>18</sup> de cycle 2 en mathématiques se basent sur des résultats de la recherche, en particulier la mobilisation des stratégies cognitives en mathématiques. En effet, dans le sous-domaine « nombres »<sup>18</sup> du domaine « mathématiques »<sup>18</sup>, les *Programmes*<sup>18</sup> précisent que l'« appropriation de stratégies de calcul adaptées aux nombres (...) constitue un des axes à travailler. »<sup>18</sup>

Toutefois, il faut remarquer que ces trois ressources institutionnelles apportent très peu de précisions sur les stratégies d'enseignements qui favorisent la mobilisation des stratégies cognitives des élèves. L'expérimentation en classe, en deuxième partie, permettra d'obtenir de plus amples précisions.

## **2. Pratiques d'enseignements**

### **2.1. Contexte pédagogique**

Tout d'abord, nous avons vu dans la partie théorique, qu'apprendre les mathématiques c'est développer les stratégies cognitives des élèves, grâce à la métacognition et à la construction par le sens de la représentation de la tâche à effectuer.

Aussi, dans cette seconde partie, nous nous baserons sur les résultats obtenus lors des expérimentations menées dans ma classe de 22 élèves de CE1 pour tenter de corroborer les hypothèses établies en introduction. Pour cela, nous commencerons par dresser le contexte pédagogique de l'expérimentation.

Par ailleurs, le niveau de ma classe est hétérogène. En effet, j'ai effectué une évaluation diagnostique en mathématiques avant le début de l'expérimentation et j'ai constaté que six de mes élèves éprouvaient des difficultés pour se construire une représentation de la tâche à effectuer. Aussi, ces élèves ne disposaient pas encore le prérequis : additionner en ligne deux chiffres avec passage à la dizaine supérieure pour obtenir le résultat. En somme, pour trouver le résultat de «  $8 + 4$  », l'élève est amené à passer à la dizaine supérieure, ce qui n'est pas le cas pour trouver le résultat de «  $8 + 1$  ».

#### **2.1.1. Cadre temporel**

Tout d'abord, l'expérimentation a limité le contexte pédagogique en imposant un cadre temporel. En étant en alternance par période de trois semaines dans ma classe, j'ai suivi la progression établie en début d'année scolaire et concentré l'expérimentation au « calcul »<sup>18</sup> et plus précisément aux « additions réfléchies et posées »<sup>18</sup>. En conséquence, lors de ma responsabilité n°3, du 19 janvier au 2 février 2017, j'ai expérimenté les additions réfléchies et posées, sans retenue. Tandis que l'expérimentation au cours de ma responsabilité n°4, du 10 mars au 27 mars 2017, a porté sur les additions réfléchies et posées, avec retenues. Les séances ont été espacées d'une semaine environ et duraient chacune 45 minutes.

#### **2.1.2. Variables observées**

Pour évaluer l'influence de mon enseignement sur l'efficacité des apprentissages de mes élèves, j'ai observé mes échanges oraux avec eux en situations d'apprentissages, en particulier lorsque mes élèves verbalisaient leurs stratégies cognitives. Puis, j'ai examiné les exercices écrits d'application ou d'entraînement qui ont constitué des évaluations formatives. Par ailleurs, j'ai également observé les évaluations réalisées par mes élèves à la fin de ma responsabilité n°4. Toutefois, je ne relaterais dans ce mémoire que les échanges oraux et les écrits d'entraînements ou évaluatifs pertinents pour le mémoire.

### **2.1.3. Cadre de l'enseignement**

Les recherches scientifiques indiquent que l'enseignement de stratégies cognitives amènent les élèves à réussir dans les processus d'apprentissage en mathématiques. De plus, pour les chercheurs en psychologie cognitive, l'enseignement explicite reste une pratique pédagogique pertinente pour enseigner des stratégies cognitives aux apprenants. De cette façon, on peut se demander pourquoi ne pas recourir à l'enseignement explicite de manière exclusive dans la classe. Les raisons à cela justifient le cadre de l'enseignement et sont exposées ci-dessous.

D'abord, le choix de baser, avec mon binôme, nos progressions et nos séquences sur la pédagogie constructiviste s'est fait à la rentrée scolaire. Ainsi, une utilisation ritualisée de la méthode *Cap Maths*,<sup>3</sup> se basant sur l'enseignement constructiviste, s'est imposée. Il aurait été compliqué de revenir sur ce choix au mois d'octobre.

Par ailleurs, l'enseignement constructif, se basant sur des théories de la psychologie du développement, était cohérent pour enseigner la construction du sens dans le processus d'apprentissage. C'est pourquoi, l'enseignement explicite a plus été envisagé comme un complément à l'enseignement constructiviste moins performant dans le domaine de la mobilisation des stratégies cognitives.

Pour finir, l'enseignement explicite représente l'un des seuls enseignements à fournir des stratégies d'enseignements qui ont testées en classe. Aussi, l'enseignement explicite se base sur de nombreuses recherches, comme par exemple les méga-analyses vues en première partie.

### **2.1.4. Méthodes utilisées**

Au préalable, il convient d'expliquer le fonctionnement de la méthode *Cap Maths*<sup>3</sup>. Nous utilisons le *guide de l'enseignant*,<sup>19</sup> les exercices insérés dans les fiches de préparation du *guide de l'enseignant*<sup>20</sup> et les *cartes perles*<sup>20</sup>.

D'autre part, la méthode de l'enseignement explicite choisie pour l'expérimentation est la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup>. Ce choix s'est imposé naturellement car c'est la seule méthode de l'enseignement explicite en mathématiques traduite et adaptée pour l'enseignement français. J'ai utilisé pour l'expérimentation le *guide pédagogique*,<sup>21</sup> le *manuel de cours*<sup>22</sup> et le *cahier d'exercices A*<sup>22</sup>. Pour la méthode *Cap Maths*<sup>3</sup> ou la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup>, j'ai photocopié ou recopié au tableau de la classe les exercices des fichiers, des cahiers d'exercices et du manuel de cours. Ainsi, dans la sous-partie suivante, nous aborderons la mise en œuvre de la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup> en complément de la méthode *Cap Maths*<sup>3</sup>.

## **2.2. Mise en œuvre de l'enseignement explicite comme complément à l'enseignement constructiviste**

### **2.2.1. Préparation de la gestion des apprentissages**

#### **2.2.1.1. Additions posées et sans retenue des nombres jusqu'à 1000**

Tout d'abord, la première partie de l'expérimentation a été menée durant ma responsabilité n°3. Pendant cette période, les élèves ont travaillé sur la notion de l'addition posée et sans retenue. L'expérimentation a porté sur une séquence de trois séances dont l'objectif était « additionner, sans retenu, des nombres jusqu'à 1000 à l'aide d'opérations en colonnes. » Cela a permis de développer la compétence travaillée issue des *Programmes*<sup>17</sup> de 2015 : « mettre en œuvre un algorithme de calcul posé pour l'addition. »<sup>17</sup>

Afin de faire travailler cette notion, le guide pédagogique de la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup> propose deux séances composant la séquence « additionner sans retenue »<sup>22</sup>. La fiche de préparation de la première des deux séances « ajouter des centaines et additionner deux

---

<sup>19</sup> Charnay, Roland, Combiér, Georges, Dussuc, Marie-Paule, Madier, Dany, *Cap Maths, cycle 2, CE1, guide de l'enseignant*, Paris, Hatier, 2016, (332 p.)

<sup>20</sup> Annexe 1 : cartes-perles issues de la méthode *Cap Maths*.

<sup>21</sup> Hong, Kho Tek, and al., adaptée par Paillard, Thierry, *La Méthode de Singapour, CE1, guide pédagogique, manuel de cours, cahier d'exercices A*, La Librairie des Écoles, 2011, (332 p., 204 p., 171 p.)

<sup>22</sup> Annexe 2, fiche de préparation de la séquence « additionner sans retenue. »

nombres à deux chiffres »<sup>23</sup> ainsi que la deuxième « additionner des nombres à trois chiffres »<sup>24</sup> sont structurantes pour enseigner et apprendre la méthode de l'addition posée en colonnes. En effet, ces deux séances amènent les élèves à expliciter leurs stratégies cognitives grâce à la manipulation avec des *disques-nombres dans un tableau de numération*.<sup>25</sup> Cependant, la manipulation, bien que très concrète, est éloignée du bagage de connaissances des élèves car ils n'avaient pas encore travaillé avec les outils de la *Méthode de Singapour*.<sup>4</sup>

D'autre part, le *guide de l'enseignant*<sup>26</sup> de la méthode *Cap Maths*<sup>3</sup> propose aussi deux fiches de préparation pour mettre en œuvre le concept de l'addition posée avec et sans retenues. Néanmoins, ces deux séances sont prévues dans deux séquences différentes. Entre autres, la première séance « addition : calcul posé avec ou sans retenues, nombres inférieurs à 100 » et la seconde séance « addition : calcul posé ou en ligne avec ou sans retenues, nombres inférieurs à 1000 » abordent deux micro-objectifs différents (sans et avec retenues) dans une même séance. La démarche proposée par *Cap Maths*<sup>3</sup> est en contradiction avec l'introduction de la tâche à réaliser en micro-objectifs. Or, les travaux de la recherche sur l'enseignement explicite indiquent que ce point est essentiel pour pouvoir enseigner des stratégies cognitives.

Par ailleurs, pour planifier cette séquence, je me suis aussi référée au *Programmes*<sup>18</sup> de 2015 qui mentionnent que « l'apprentissage des techniques opératoires posées se fait en lien avec la numération et les propriétés des opérations. »<sup>18</sup> Toutefois, les élèves ne possédaient pas au début de l'expérimentation des prérequis sur les propriétés des opérations telles que l'associativité ou la commutativité. Pourtant, la maîtrise de ces prérequis permet aux apprenants de libérer leur mémoire de travail afin qu'ils se concentrent sur la technique de l'addition posée en colonnes. Contrairement, à la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup>, la méthode *Cap Maths*<sup>3</sup> développe des objectifs pour acquérir ces prérequis. Notamment, au moyen de la fiche de préparation de la séquence : « addition : calcul réfléchi, nombres inférieurs à 100 »<sup>27</sup> et en particulier avec la séance « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100. »<sup>28</sup>

Étant donné l'objectif « additionner, sans retenu, des nombres jusqu'à 1000 à l'aide d'opérations en colonnes » à atteindre, les résultats de la recherche et les préconisations des *Programmes*<sup>17</sup> de 2015, la première séquence a commencé avec la séance « calcul réfléchi :

---

<sup>23</sup> Annexe 3, fiche de préparation de la séance « ajouter des centaines et additionner des nombres à 2 chiffres. »

<sup>24</sup> Annexe 4, fiche de préparation de la séance « additionner des nombres à trois chiffres. »

<sup>25</sup> Annexe 5, disques-nombres et tableau de numération, *Méthode de Singapour*.

<sup>26</sup> Charnay, Roland, Combier, Georges, Dussuc, Marie-Paule, Madier, Dany, *Cap Maths, cycle 2, CE1, guide de l'enseignant*, Paris, Hatier, 2016, (332 p.)

<sup>27</sup> Annexe 6, fiche de préparation de la séquence « addition : calcul réfléchi, nombres inférieurs à 100. »

<sup>28</sup> Annexe 7, fiche de préparation de la séance « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100. »

somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100 »<sup>29</sup> empruntée à la méthode *Cap Maths*.<sup>3</sup> Cette séance a représenté une séance de découverte et de recherche. Cependant, seules les phases 1 et 2 ont été mises en œuvre car elles se focalisaient sur la découverte, la recherche et la mise en commun de la somme de deux nombres sans passage à la dizaine supérieure.

Ensuite, cette séquence s'est poursuivie par les deux séances de la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup> : la séance « ajouter des centaines et additionner des nombres à 2 chiffres »<sup>24</sup> et la séance « additionner des nombres à trois chiffres. »<sup>25</sup> Ces deux séances ont représenté une séance de mise en commun et d'entraînement. Dans le cadre de l'expérimentation, les fiches de préparation fournies par les deux méthodes ont été suivies avec le plus d'exactitude possible. Cela est aussi valable pour la deuxième séquence.

#### 2.2.1.2. Additions posées et avec retenues des nombres jusqu'à 1000

La notion « additions posées et avec retenues » a été travaillée à l'occasion d'une deuxième séquence et lors de ma responsabilité n°4. L'objectif de cette seconde séquence a été « additionner, avec retenue, deux nombres jusqu'à 1000 à l'aide d'opérations en colonnes ». De plus, la compétence travaillée des *Programmes*<sup>17</sup> de 2015 était : « mettre en œuvre un algorithme de calcul posé pour l'addition. »<sup>17</sup> Cette deuxième séquence s'est découpée dans la même logique que la première séquence.

Pour commencer, la première séance de cette deuxième séquence correspond aux phases 3 et 4 de la fiche de préparation de la séance « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100 »<sup>30</sup> empruntée à *Cap Maths*.<sup>4</sup> Comme pour la première séance de la première séquence, cette séance représentait une séance de découverte, de recherche et de mise en commun pour la notion de la somme de deux nombres avec passage à la dizaine supérieure.

Ensuite, dans le but de faire travailler la notion « additions posées avec retenues », la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup> propose une fiche de préparation de la séquence « additionner avec retenue »<sup>30</sup>. Celle-ci se compose d'une première séance « additionner des unités à des dizaines avec retenue »<sup>31</sup> et d'une deuxième séance « additionner des dizaines à des centaines avec retenue. »<sup>32</sup> Afin d'optimiser mes trois semaines passées en classe, ces deux séances ont été fusionnées en une seule et cette même séance représentant une séance de mise en commun et d'entraînement. Par ailleurs, cette deuxième séquence s'est poursuivie par la séance

---

<sup>29</sup> Annexe 7, fiche de préparation de la séance « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100. »

<sup>30</sup> Annexe 8, fiche de préparation de la séquence « additionner avec retenue ».

<sup>31</sup> Annexe 9, fiche de préparation des séances « additionner des unités à des dizaines avec retenue » et « additionner des dizaines à des centaines avec retenue. »

d'approfondissement « additionner avec double retenue »<sup>32</sup>. Toutefois, toutes les séances de la séquence « additionner avec retenue »<sup>33</sup> proposées par la *Méthode de Singapour*<sup>4</sup> n'ont pas pu être mises en place, faute de temps.

## 2.3. Analyse des résultats

### 2.3.1. Additions posées et sans retenue des nombres jusqu'à 1000

#### 2.3.1.1. Première séance (*Cap Maths*)

L'objectif de la première séance a été de « calculer la somme de deux nombres inférieurs à 100 par un calcul réfléchi. » Pour cela les élèves ont cherché en binôme, lors de la phase 1 qui est une phase de découverte, la réunion de deux quantités de perles que l'enseignant plaçait dans une même enveloppe. Les perles sont alors représentées par des *cartes-perles*<sup>1</sup>. Pour commencer, je montre à mes élèves le contenu de l'enveloppe d'Alex et je leur demande la quantité de perles qu'elle contient. Les élèves me répondent 32 perles. J'écris au tableau et je prononce : 3 dizaines et 2 unités, donc 32 perles. Même stratégie pour l'enveloppe de Lisa qui contient 54 perles. Puis je place les perles d'Alex et Lisa dans une même enveloppe, je demande aux élèves d'exprimer la quantité de perles dans l'enveloppe en dizaines et unités et par un nombre écrit en chiffres. Les élèves cherchent en binôme la réponse qu'ils écrivent sur leur ardoise.

Ainsi, cette recherche doit amener les élèves à mobiliser leurs connaissances relatives à la numération décimale déjà amorcée en CP et à construire ou à reconstruire des stratégies pour ajouter des chiffres de même valeur en fonction de leur rang dans l'écriture chiffrée. Plusieurs stratégies cognitives ont été données par les élèves lors de la phase 2, qui est une phase de mise en commun collective. Aussi, les deux stratégies cognitives des élèves les plus représentatives des stratégies cognitives de la classe et les stratégies d'enseignement associées sont mentionnées ci-dessous.

---

<sup>32</sup> Annexe 10, fiche de préparation des séances « additionner des unités à des dizaines avec retenue » et « additionner des dizaines à des centaines avec retenue. »

<sup>33</sup> Annexe 8, fiche de préparation de la séquence « additionner avec retenue ».

Les groupes de type A expliquent que « 4 avec 2, ça fait 6 et que 5 et 3 ça fait 8. » Les groupes de type A' expliquent que « 4 avec 2, ça fait (nombre qui n'est pas égal à  $4 + 2$ ) et que 5 et 3 ça fait (nombre qui n'est pas égal à  $5 + 3$ ). »

Les stratégies utilisées par les groupes de type A montrent qu'ils connaissent la numération de positions puisqu'ils décomposent les nombres pour regrouper les unités d'un côté et les dizaines de l'autre. Cependant, le fait que ces élèves ne prononcent pas la valeur du chiffre : unité ou dizaine, montre que cette connaissance n'est pas encore totalement acquise. Cela pourrait surcharger leur mémoire de travail lors d'un calcul avec passage à la dizaine supérieure. Les stratégies utilisées par les groupes de type A' sont similaires aux groupes de type A. Néanmoins, l'erreur de calcul lors du regroupement des unités ou des dizaines, renforce le fait que la connaissance de la numération de positions n'est pas automatisée dans leur mémoire à long terme.

Par conséquent, la stratégie d'enseignement mobilisée pour les groupes de type A et A' a constitué en la reprise de leur stratégie à voix haute, en y apportant des modifications : « 4 unités plus 2 unités, ça fait 6 unités et 5 dizaines plus 3 dizaines, ça fait 8 dizaines. » Puis (en écrivant au tableau 2 unités, 3 dizaines et 4 unités, 5 dizaines) : « vous avez décomposer 32 et 54 en dizaines et unités, pour obtenir 2 unités et 3 dizaines puis 4 unités et 5 dizaines. Enfin (en reliant 2 unités et 4 unités dont la jonction est 6 unités et en reliant 3 dizaines et 5 dizaines dont la jonction est 8 dizaines) vous avez regroupé 2 unités et 4 unités pour obtenir 6 unités et 3 dizaines et 5 dizaines pour obtenir 8 dizaines. »

Les groupes de type B expliquent que « 32 unités et 4 unités, égal 36 unités et que 36 unités et 50 unités égal 86 unités. » Les groupes de type B' exposent « 32 et 4, ça fait (nombre qui n'est pas égal à 32 unités + 4 unités) et que 36 et 5 ça fait (nombre qui n'est pas égal à 36 unités + 5 dizaines). »

Les stratégies utilisées par les groupes de type B montrent qu'ils maîtrisent la connaissance de la décomposition des nombres en unités et dizaines et de la valeur du chiffre en fonction de sa position. En effet, ils ajoutent à 32 unités un paquet de quatre unités puis un paquet de 5 dizaines. Par ailleurs, ils maîtrisent le calcul pour regrouper ces paquets. La stratégie utilisée par les groupes B' est similaire à celle des groupes de type B, à l'exception qu'ils n'ont pas encore automatisé les termes d'unités et de dizaines. En effet, selon la recherche, au moment d'ajouter 5 à 36, leur mémoire de travail ne doit plus disposer d'assez d'espace pour savoir si l'ajout est de 5 unités ou de 5 dizaines. Par conséquent, cela les conduit à faire des erreurs de calculs.

Ainsi, la stratégie d'enseignement mobilisée pour les groupes de type A' a aussi constitué en la reprise de leurs stratégies à voix haute, en prononçant les termes « unité » et « dizaine. »

Ensuite, cette première séance se poursuit avec une *trace écrite* décrivant les deux stratégies correspondant aux méthodes n°2 et n°3 (elles reprennent les stratégies des élèves) de la fiche de préparation de la séance « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100. »<sup>30</sup>

Finalement, cette première séance s'achève par l'*exercice d'entraînement : additionner des nombres*,<sup>30</sup> extrait également de la séance « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100. »<sup>30</sup> Néanmoins, il a été légèrement modifié pour permettre aux élèves de travailler sur les calculs sans passage à la dizaine supérieure. Les élèves réalisent seulement la première question de l'exercice n°4 et de l'exercice n°5 sur leur cahier du jour. En somme, les stratégies et les erreurs relevées lors du passage dans les rangs étaient similaires aux stratégies utilisées pour le calcul « 32 + 54 ».

En définitif, à l'issue de cette première séance, les élèves ont construit le sens de l'ajout de deux nombres. Cependant, les exercices d'entraînements m'ont permis de voir qu'ils leur manquaient des stratégies pour automatiser la procédure : « ajout de deux nombres » et ainsi obtenir des résultats corrects. C'est pour cette raison, qu'une semaine plus tard j'ai mis en œuvre la deuxième et la troisième séance dont le but étaient de fournir aux élèves la procédure de l'addition posée en colonnes pour libérer leur mémoire de travail.

- Deuxième et troisième séances (*Méthode de Singapour*).

La deuxième séance a permis de structurer les stratégies cognitives des élèves pour l'addition posée en colonnes de deux nombres à deux chiffres. La troisième séance a constitué un approfondissement et un prolongement de la deuxième séance puisqu'elle a permis de travailler sur l'addition posée en colonnes mais pour les nombres à trois chiffres.

Ces deux séances débutent par une phase de modélisation qui représente la phrase concrète de la séance. Ainsi, je distribue à mes élèves des *disques-nombres dans un tableau de numération*<sup>26</sup> et j'en affiche un au format A3 au tableau de la classe. Je poursuis en modélisant la stratégie cognitive utilisée pour ajouter des unités entre elles. Comme mentionné par la recherche, je m'appuie sur mon langage à voix haute. Ainsi, je demande aux élèves : « combien font 5 unités et 2 unités ? » puis je place dans le tableau de numération A3, cinq unités dans la partie supérieure de la colonne des unités et deux autres dans la partie inférieure. Ensuite, je systématise de la même façon avec les dizaines et les centaines. De ce fait, j'encourage mes

élèves à penser à haute voix et à expliciter leurs stratégies cognitives pour la phase suivante. Celle-ci est une phase de pratique guidée qui a consisté en un exercice où les élèves ont calculé en lignes sur les unités ou sur les dizaines ou sur les centaines sans passage à la valeur du rang supérieur. J'ai constaté très peu d'erreurs pour cette pratique guidée.

De plus, cette deuxième séance se poursuit par une seconde phase de modélisation qui permet d'explicitier le passage à la procédure de l'addition posée en colonnes. Ainsi, je mets un « haut-parleur » sur ma pensée pour décrire à mes élèves les stratégies cognitives nécessaires à la mise en œuvre de cette procédure. Par conséquent, je pose en colonnes l'addition « 24 + 43 » au tableau de la classe et je demande aux élèves de retranscrire cette opération dans leur tableau de numération en s'aidant des *disques-nombres*.<sup>26</sup> Puis, j'explique à voix haute « pour une opération en colonne, j'aligne les chiffres comme dans un tableau de numération. On peut commencer par additionner les unités puis les dizaines. » En outre, je précise « 4 unités plus 3 unités égal 7 unités. On écrit la somme des unités en dessous de la colonne des unités (j'écris 7 comme somme des unités) ».

Pour continuer avec la pratique guidée, les élèves copient l'opération « 24 + 43 » et la pose en colonnes. Enfin, les élèves s'exercent lors de la phase de pratique autonome avec les *exercices 2 et 3 page 29*<sup>34</sup> du manuel de cours. La trace écrite a été élaborée à la fin de la troisième séance. Je présenterais ci-dessous les exercices de deux élèves de pratique guidée puis de pratique autonome, ainsi que les stratégies cognitives mobilisées et verbalisées. Ces exercices sont les plus représentatifs des exercices de la classe.

Elève de type C :

Pratique guidée

$$\begin{array}{r} 24 \\ +43 \\ \hline 67 \end{array}$$

Pratique autonome

Exercice 2 page 29

$$57$$

Exercice 3 page 29

a)

$$\begin{array}{r} 61 \\ + 8 \\ \hline 69 \end{array}$$

d)

$$\begin{array}{r} 19 \\ + 50 \\ \hline 69 \end{array}$$

<sup>34</sup> Annexe 11, *exercices 2 et 3 page 29*, extraits du *manuel de cours, la Méthode Singapour*, (p. 29).

Pour la pratique guidée, l'élève pose l'addition correctement. Ainsi, les réponses pour les exercices de la pratique autonome sont correctes à l'exception de la réponse d) de l'exercice 3 page 29.<sup>36</sup> Cet élève trouve 614 au lieu de 69. Verbalisation de la stratégie utilisée de l'élève de type C pour trouver cette réponse : « j'ai fait 9 unités et 0 unité, ça marche pas, donc après j'ai fait, 9 unités plus 5 unités, ça fait 14 unités, et ensuite j'ai ajouté 1 dizaine et 5 dizaines donc 6 dizaines ». Pour « 61 plus 8 », cet élève trouve la réponse correcte, pourtant il y a « 0 dizaine et 8 unités » mais « 0 dizaines » est représenté par un espace contrairement aux « 0 unités » de la question d). Ce constat montre que l'élève connaît la numération de position mais pas dans le cas de « 0 unités ». Par conséquent, sa mémoire de travail est trop occupée et ne lui permet pas de mobiliser la stratégie pour la procédure : « additionner deux nombres en posant le calcul en colonnes ».

Stratégie d'enseignement utilisée : « pour la question a), tu as trouvé 1 unité plus 8 unités égal 9 unités, tu as écrit 9 unités dans la colonne des unités en dessous du trait. Ensuite, tu as fait 6 dizaines plus « 0 dizaine » égal 6 dizaines, tu as écrit 6 dizaines dans la colonne des dizaines sous le trait. Pour la question c) tu dois utiliser la même stratégie. » Ensuite, je verbalise la stratégie à mobiliser pour trouver la réponse à la question c).

Elève de type D (majorité des élèves):

Pratique guidée

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 43 \\ \hline 67 \end{array}$$

Pratique autonome

Exercice 2 page 29

$$57$$

Exercice 3 page 29

a)

$$\begin{array}{r} 61 \\ + 8 \\ \hline 69 \end{array}$$

c)

$$\begin{array}{r} 34 \\ + 24 \\ \hline 68 \end{array}$$

Pour la pratique guidée, l'élève obtient un résultat correct mais ne pose pas correctement son addition : les unités ne sont pas alignées avec les unités, il en est de même pour les dizaines. Pour la pratique autonome, la réponse à l'exercice 2 page 29<sup>36</sup> est correcte. Pour l'exercice 3 page 29,<sup>36</sup> seuls les résultats aux questions a) et b) sont corrects. Puis, l'élève trouve pour la question c), 69 au lieu de 58. On remarque aussi que les additions ne pas correctement posées. Verbalisation de la stratégie utilisée de l'élève de type D pour trouver la réponse à l'exercice 2 page 29<sup>36</sup> : « j'ai compté le nombre d'unités, il y en a 7. J'ai compté le nombre de dizaines : 5 ». Pour l'exercice 3 page 29,<sup>36</sup> question a) : « j'ai fait 1 unité et 8 unités, ça fait 9 unités. 6

dizaines ça fait 6 dizaines ». Pour la question c) : « j'ai fait 4 plus 4, égal 8 unités, et puis 4 plus 2, ça fait 6. » On remarque donc que l'élève de type D n'utilise pas toujours les termes « unités » et « dizaines » bien qu'il en ait construit le sens. En conséquence, sa mémoire de travail est suffisamment libre pour qu'il mobilise avec efficacité des stratégies cognitives pour la procédure : « additionner deux nombres en posant le calcul en colonnes ». Néanmoins, cela est valable uniquement quand il s'appuie sur un outil comme le *tableau de numération avec disques-nombres*<sup>26</sup>, ou bien sur la copie d'une procédure en train d'être explicitée lors de la pratique guidée ou bien sur un calcul portant seulement sur les unités.

Stratégie d'enseignement utilisée : « la stratégie que tu utilises est correcte mais tu dois faire attention à aligner dans une même colonne les unités avec les unités et les dizaines avec les dizaines dans une autre colonne. » Je trace des colonnes et repose l'opération « 34 + 24 ». J'explique la stratégie à utiliser avec ce nouveau calcul.

La troisième séance aborde les nombres à trois chiffres. Son déroulement se calque sur celui de la deuxième séance. L'addition d'un nombre à trois chiffres et d'un nombre à deux chiffres permet l'approfondissement des connaissances sur la numération de position et des stratégies cognitives pour libérer la mémoire de travail de l'élève. La pratique guidée correspond aux *exercices 4 page 29 et 5 page 30*<sup>35</sup> du manuel de cours. Peu d'erreurs ont été constatées, en raison du fait que ces exercices permettent l'utilisation *concrète du tableau de numérations avec disques-nombres*.<sup>26</sup>

Cependant, même si moins d'erreurs ont été relevées pour la pratique guidée, la pratique autonome comprenant *l'exercice 6 page 30*<sup>36</sup> du manuel avec des additions de deux nombres à deux ou trois chiffres posées en colonne a suscité quelques erreurs. En somme, ces erreurs étaient souvent associées à des stratégies d'écriture : les unités n'étaient pas alignées avec les unités, de même pour les dizaines. Ainsi *l'erreur de l'élève E*<sup>37</sup> est due au mauvais alignement des unités. D'ailleurs, l'élève au moment de verbaliser sa stratégie dira pour l'addition « 442 + 134 », « j'ai fait 2 plus 4 unités, égal 6 unités, ensuite 4 avec 3, ça fait 7 dizaines mais... ah j'me suis trompée ! »

Dans la même logique, les réussites pour *l'exercice 6 page 30*<sup>37</sup> sont également associées à l'écriture. Ainsi, l'élève F qui éprouve de nombreuses difficultés d'apprentissage en

---

<sup>35</sup> Annexe 12 *exercices 4 page 29 et 5 page 30*, extraits du *manuel de cours, la Méthode Singapour*, (p. 29-30).

<sup>36</sup> Annexe 13 *exercices 6 page 30*, extraits du *manuel de cours, la Méthode Singapour*, (p. 30).

<sup>37</sup> Annexe 14, *erreur de l'élève E, réussite de l'élève F pour l'exercice 6 page 30*, extraits du *manuel de cours, la Méthode Singapour*.

mathématiques, a réussi tous ses calculs, dont le *calcul* «104 plus 30 ». Elle a pour cela mobilisé la stratégie des colonnes qu'elle trace pour les unités, les dizaines et les centaines. Dans la même idée, l'élève G a utilisé la stratégie « laisser un écart entre ses chiffres pour anticiper leur alignement en colonne ». Cela lui permet même de barrer un chiffre mal copié et de conserver un alignement acceptable de ses chiffres.

Enfin, à la fin de la séance, les élèves écrivent la trace écrite qui correspond à l'addition «  $442 + 134$  » représentée dans le *tableau de numération avec disques-nombres*<sup>26</sup> puis posée en colonnes.

### **2.3.2. Additions posées et avec retenues des nombres jusqu'à 1000.**

- Première séance extraite de *Cap Maths*

L'objectif de la première séance était de « calculer une somme par diverses procédures, dont le passage à la dizaine supérieure. » À l'image de la séance « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100 »<sup>39</sup> lors de la première séquence, les élèves ont dû imaginer des procédures pour calculer mentalement la somme de deux quantités de perles (représentées par des *cartes-perles*). La séance commence par une phase de découverte où les élèves calculent en binôme «  $38 + 26$  » puis écrivent le résultat sur leur ardoise. Ensuite, lors de la mise en commun, les binômes expliquent quelles stratégies ils ont utilisés pour trouver leurs réponses.

Les stratégies utilisées par les groupes de type H (7 élèves), sont la décomposition des nombres pour ajouter des unités d'un côté et des dizaines de l'autre. J'observe que huit de mes élèves qui utilisent les termes : « unité, dizaine » ne font pas d'erreurs de calcul sur le groupe unité ou le groupe dizaine. En somme, les stratégies associées à une connaissance mieux maîtrisée de la numération de positions qui elle-même a été renforcée par l'utilisation du *tableau de numérations avec disques-nombre*,<sup>26</sup> semble avoir libéré la mémoire travail des élèves. Par conséquent, la stratégie d'enseignement mobilisée pour les groupes de type H a constitué en un encouragement à continuer à utiliser les termes « unités, dizaines. »

Les stratégies utilisées par les groupes de type I (9 élèves), sont la décomposition des nombres en unités et dizaines et le calcul pour grouper les paquets obtenus. De même que le groupe H, j'ai remarqué des progrès dans l'automatisation des stratégies puisque je n'ai observé aucune erreur de calcul lors du calcul de « 38 unités plus 2 unités » ou de « 40 unités plus 6 unités ». Par contre, six erreurs portant la prise en compte de la dizaine supplémentaire bien

qu'elle ait été mise en mémoire au début du calcul, a été observée chez trois élèves n'utilisant pas la valeur du chiffre : « unité, dizaine ». De ce fait, la stratégie d'enseignement mobilisée pour les groupes de type I a constitué en une stratégie pour garder en mémoire la dizaine supplémentaire et à utiliser les termes « unités, dizaines. » Ainsi, j'ai explicité : « 38 unités plus 2 unités égal 40 unités, donc « 0 unité » et 4 dizaines supplémentaire que j'écris sur mon ardoise. Puis 40 unités plus 6 unités, égal 46 unités. Et 46 unités plus 2 dizaines plus 1 dizaine supplémentaire (je montre la dizaine écrite sur mon ardoise) égal 76 unités ».

- Deuxième séance extraite de la *Méthode de Singapour*

La deuxième séance a pour but de structurer les stratégies cognitives des élèves pour qu'ils ajoutent des unités à des dizaines, avec retenues, pour des nombres à deux ou trois chiffres. La troisième séance constitue un approfondissement et un prolongement de la deuxième séance puisqu'elle travaille sur l'ajout des dizaines à des centaines, avec retenues, pour de nombres à deux ou trois chiffres.

Comme pour les deuxième et troisième séances de la première séquence, ces deux séances débutent par une phase de modélisation avec distribution des « *disques-nombres dans un tableau de numération* »<sup>26</sup> puis j'affiche au tableau de la classe, un tableau de numération au format A3. Je demande aux élèves de trouver le résultat de l'opération «  $36 + 8$  » avec leur tableau de numération puis je modélise avec le tableau de numération A3. Ensuite, j'explique à voix haute la stratégie choisie pour trouver le résultat : « je place 3 dizaines et 6 unités dans le tableau de numération puis j'ajoute 8 unités supplémentaires ». Puis, je pose l'addition en colonnes et j'explique la stratégie cognitive : « il y a trop d'unités dans la colonne des unités. » De plus, je demande : « combien y-a-t-il d'unités dans la colonne des unités ? » Les élèves répondent « 14 ». De même, je continue : « il faut donc transformer dix unités en une dizaine et la placer dans la colonne des dizaines. On obtient donc 4 dizaines et 4 unités. J'attire votre attention car la dizaine supplémentaire s'écrit au-dessus du 3 et les unités restantes sous le trait dans la colonne des unités. Enfin, il ne reste plus qu'à additionner les dizaines : 1 dizaine plus 3 dizaines, et à écrire le résultat sous le trait dans la colonne des dizaines ».

Puis, les élèves passent à la pratique guidée, en posant en colonnes les opérations «  $36 + 28$  » et «  $336 + 28$  ». En somme, je constate huit erreurs dont la cause est l'oubli de la dizaine supplémentaire. Sur ces huit élèves, quatre élèves l'avaient pourtant écrite. Aussi, je remarque que quatre de mes élèves ont trouvé un résultat incorrect, en raison de l'alignement incorrect des chiffres d'un rang donné. Ainsi, ma stratégie d'enseignement a constitué à expliciter la prise

en compte de la dizaine supplémentaire et l'alignement des chiffres de même rang dans les colonnes. Enfin, le travail continue avec la pratique autonome où je remarque moins d'erreurs ayant pour origine un oubli de la dizaine supplémentaire.

- Troisième séance extraite de la *Méthode de Singapour*

La séance suivante a consisté à développer des stratégies pour additionner des dizaines à des centaines, avec retenues. Comme pour la deuxième séance, cette séance se décompose en une phase de modélisation, une phase de pratique guidée et une phase de pratique autonome. On s'intéressera en particulier à la pratique guidée où les élèves doivent poser en colonnes les additions «  $63 + 56$  », «  $563 + 56$  » et «  $563 + 356$  ». Pour cela, ils peuvent s'aider de leur tableau de numération. À mon grand étonnement, j'ai constaté : 8 résultats incorrect (« 19 ») pour l'opération «  $63 + 56$  », 7 résultats incorrects pour «  $563 + 56$  » et 3 résultats incorrects pour «  $563 + 356$  ». Par conséquent, j'ai fait expliciter les stratégies utilisées pour comprendre d'où venaient ce nombre élevé d'erreurs par rapport à la séance précédente.

Ainsi, pour l'opération «  $63 + 56$  », la stratégie cognitive majoritairement utilisée était : « 3 unités plus 6 unités égal 9 unités. 6 dizaines plus 5 dizaines égal 11 dizaines. » L'élève écrit une dizaine dans la colonne des dizaines sous le trait puis il écrit la dizaine supplémentaire dans la colonne des centaines en retenue. Ensuite, il s'arrête. En somme, l'élève a compris la numération de position et l'a même automatisée. De plus, il arrive aussi à mobiliser une stratégie pour ajouter les unités ensemble, les dizaines ensemble... puis à les décomposer pour les placer dans la bonne colonne. Cependant, la finalisation de l'addition nécessitant d'ajouter la dizaine supplémentaire à « deux 0 centaines » est en dehors de ses « acquis antérieurs » et ne lui permet pas de mobiliser sa stratégie jusqu'au bout. Cela est corroboré par le fait que cet élève obtient majoritairement des résultats corrects pour l'opération «  $563 + 356$  ». La stratégie d'enseignement consiste à finaliser la stratégie cognitive de cet élève.

Enfin, pour «  $563 + 56$  », les résultats erronés du type « 1519 » ou « 519 » relèvent de stratégies où l'élève ne finalise pas la tâche. Dans tous les cas, les élèves ont écrit la centaine supplémentaire, mais « l'ajout d'une centaine supplémentaire à 5 centaines et 0 centaine » est inconnu des situations vécues jusqu'alors. Ainsi, l'élève ne peut pas se faire une représentation de la tâche à effectuer, ce qui l'amène, à soit reporter la centaine supplémentaire et la centaine en dessous du trait, soit à reporter les cinq centaines en dessous du trait. Là encore, la stratégie d'enseignement consiste à finaliser leur stratégie cognitive.

Enfin, à la fin de la séance, les élèves écrivent la trace écrite qui correspond à l'addition «  $563 + 356$  » représentée dans le *tableau de numération avec disques-nombres*<sup>26</sup> puis posée en colonnes.

Pour terminer les *exercices lors de l'évaluation*<sup>38</sup> ont montré moins d'erreurs, avec la mobilisation et l'automatisation de stratégies aboutissant à un résultat correct: chiffres de la même valeur alignés dans la même colonne avec tracés (élève J), sans tracé (élève K), avec espacement des chiffres permettant un maintien de l'alignement lors du raturage de chiffres (élève L). Néanmoins, j'ai remarqué des erreurs dues à des stratégies qui ne sont pas encore automatisées : non report et non prise en compte de la centaine supplémentaire (élève M), report de la dizaine supplémentaire mais non prise en compte (élève N), calcul incorrect des dizaines induisant un report incorrect de la centaine supplémentaire (élève J). Pour ces trois élèves, le sens a permis la construction de la représentation de la tâche « additionner, avec retenues, deux nombres jusqu'à 1000 à l'aide d'opérations en colonnes » grâce aux connaissances de la numération de position et de l'ajout de deux chiffres avec passage à la dizaine ou à la centaine supérieure. Cependant, ces élèves doivent poursuivre leurs efforts à mobiliser des stratégies cognitives qui rendront leurs apprentissages en mathématiques efficaces, à la manière des élèves J, K et L.

## CONCLUSION

En résumé, on peut donc penser que grâce aux résultats de la recherche et de l'expérimentation menée en classe, que la mobilisation des stratégies cognitives par la métacognition favorise l'apprentissage des mathématiques des élèves. Par ailleurs, la gestion de classe et donc les stratégies d'enseignements ont une influence sur le développement de la métacognition. Par exemple, la stratégie d'enseignement : « questionner l'élève sur comment il a trouvé son résultat d'une addition posée sans retenu pour deux nombres à deux chiffres » permet de développer chez l'apprenant la stratégie cognitive : « mobiliser une stratégie avant et après avoir trouvé le résultat de son addition ». Cette dernière sera mobilisée lors de la réalisation d'autres calculs similaires. Ainsi, la première hypothèse est validée.

Néanmoins, la mobilisation de stratégies cognitives nécessite aussi que les élèves aient construit au préalable une représentation de la tâche à effectuer grâce au sens et en regard de

---

<sup>38</sup> Annexe 15, exercices d'élèves lors de l'évaluation « additionner, avec retenue, deux nombres jusqu'à 1000 à l'aide d'opérations en colonnes. »

leurs « acquis antérieurs ». Cette représentation est nécessaire puisqu'une fois construite dans la mémoire à long terme, elle permet à certains de mes élèves de libérer leur mémoire de travail pour mobiliser leurs stratégies cognitives. Ainsi, à la fin des deux séquences, certains de mes élèves ne possédaient pas tous la connaissance de la numération de position. De ce fait, ils se construisaient une représentation de la tâche : « addition de deux unités avec passage à la dizaine supérieure » mais ne mobilisaient pas toujours pour tous les rangs la stratégie cognitive : « écrire la dizaine supplémentaire qui représente la dizaine supérieure en retenue ».

En outre, l'enseignement explicite déploie des stratégies d'enseignement amenant l'enseignant à découper en micro-objectifs les tâches à effectuer. Par exemple, dans la *Méthode de Singapour*, la notion d'additions posées en colonnes, sans retenue est abordée d'abord dans une première séance avec le micro-objectif « additions posées en colonnes, sans retenu, de deux nombres jusqu'à 100 », puis dans une deuxième séance avec le micro-objectif « additions posées en colonnes, sans retenu, de deux nombres jusqu'à 1000 ».

Ainsi, ces micro-objectifs favorisent les transferts des stratégies cognitives de l'enseignant vers l'élève par la métacognition. En effet, grâce à l'enseignement explicite, j'ai pu développer la métacognition de mes élèves en explicitant mes stratégies cognitives grâce à mon langage interne à voix haute pour inviter à leur mobilisation et à l'organisation chez mes élèves. Par exemple, la stratégie cognitive : « aligner les chiffres de même rang » a été reprise par mes élèves qui se l'ait appropriée de différentes façons : « tracer les traits des colonnes » ou « espacer les chiffres pour mettre en évidence les colonnes ».

Enfin, l'enseignement explicite a permis de compléter l'enseignement constructiviste, rendant la construction du sens possible, afin de favoriser les apprentissages de mes élèves de CE1 en mathématiques. En somme, cela permet de valider notre seconde hypothèse.

Finalement, nous pourrions imaginer un prolongement de ces stratégies cognitives pour les additions posées en colonnes dans des problèmes. En effet, ceux-ci sont abordés de manières différentes dans *Cap Maths* et dans la *Méthode de Singapour*. Il serait donc intéressant de montrer comment, à partir de ces deux méthodes, on pourrait développer le sens de la représentation du problème à effectuer en même temps que les stratégies cognitives.

# BIBLIOGRAPHIE

## 1. Pédagogie

- . BISSONNETTE AND AL, *La pédagogie – Théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours*, Gaëtan Morin éditeur 2005.
- . BRUER, *Schools for Thought*, Cambridge, The Mit Press.
- . CLERMONT AND AL, *Enseignement explicite et réussite des élèves. La gestion des apprentissages*, De Boeck, 2013.
- . FRASER AND AL, « Synthesis of Educational Productivity Research » des chercheurs cognitifs. », *International Journal of Educational Research*, vol. 11, 1987.
- . HATTIE, *Visible learning. A Synthesis of over 800 Meta-analyses Relating to Achievement*, New York, Routledge, 2009.
- . KIRSCHNER AND AL « Cognitive Load Theory and Multimedia Learning, Task Characteristics and Learning Engagement : The Current State of the Art », *Computers in Human Behavior*, vol. 27, n°1, 2010.
- . MEIRIEU, *Qu'est-ce que l'enseignement explicite? Comment le définir ?*, Institut Français de l'Éducation, Centre Alain Savary, septembre 2015.
- . PERRENOUD in VELLAS « Comparer les pédagogies : un casse-tête et un défi », *Educateur*, n° spécial, 2007.
- . PERRENOUD, « Sens du travail et travail du sens à l'école », *Cahiers pédagogiques*, n°314-315, 1993.
- . SWELLER « Cognition Load During Problem Solving : Effects and Learning », *Cognitive Science*, vol. 12, 1988.
- . TARDIF, « L'idéologie cognitiviste et l'éducation : Pour un enseignement stratégique, l'apport de la psychologie cognitive. » *Revue canadienne de l'éducation*, vol. 19, n° 3, 1994.
- . WANG AND AL, « Toward a Knowledge Base for School Learning », *Review of Educational Research*, vol. 63, n°3, 1993.

## 2. Didactique sciences

- . CHARNAY AND AL, *Cap Maths, cycle 2, CE1*, Paris, Hatier, 2016.
- . HONG AND AL adapté par PAILLARD, *La Méthode de Singapour, CE1*, La Librairie des Écoles, 2011.

## WEBOGRAPHIE

- . Définitions sur la pédagogie par l'Académie de Paris:  
[https://www.acparis.fr/portail/jcms/p1\\_490017/pedagogie-et-psychologie-de-l-education-glossaire?id=p1\\_490017&#p1\\_490113](https://www.acparis.fr/portail/jcms/p1_490017/pedagogie-et-psychologie-de-l-education-glossaire?id=p1_490017&#p1_490113)
- . Socle commun de connaissances, de compétences et de culture :  
[http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin\\_officiel.html?cid\\_bo=87834](http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=87834)
- . Ministère de l'Éducation Nationale :  
[http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin\\_officiel.html?pid\\_bo=33400](http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=33400)
- . Ministère de l'Éducation Nationale : [http://www.education.gouv.fr/cid76427/refonder-education-prioritaire.html?gclid=CK\\_d7NXVo9MCFUk8GwodIFIBQQ&gclsrc=aw.ds](http://www.education.gouv.fr/cid76427/refonder-education-prioritaire.html?gclid=CK_d7NXVo9MCFUk8GwodIFIBQQ&gclsrc=aw.ds)

# ANNEXES

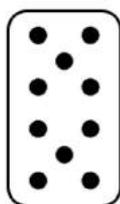
## Annexe 1

Cartes-perles issues de la méthode Cap Maths.

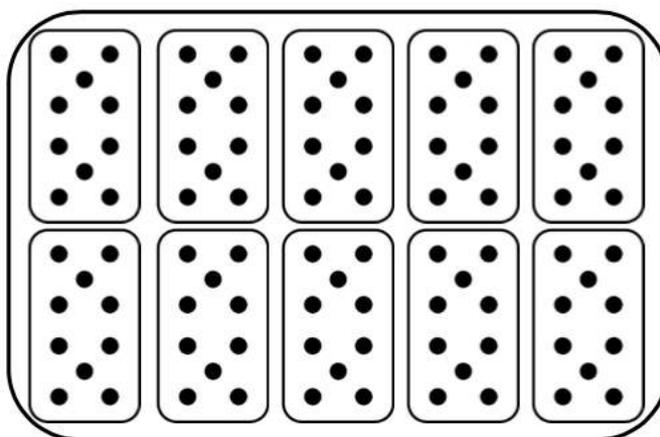
Carte 1 unité



Carte 1 dizaine



Carte 1 centaine



## Annexe 2

Fiche de préparation de la séquence « additionner sans retenue ». Extraite du guide pédagogique. Méthode de Singapour, (p. 41-42).

**Deuxième partie**

**Additionner sans retenue**

**2 séances**

### OBJECTIFS

- Additionner, sans retenue, des nombres jusqu'à 1 000 à l'aide d'opérations en colonne.
- Résoudre des problèmes impliquant l'addition, sans retenue, de nombres jusqu'à 1 000.

### MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Disques nombres (numérotés 1, 10 et 100) magnétiques.
- Disques nombres (numérotés 1, 10 et 100) pour les élèves.
- Tableaux de numération pour les élèves.
- Quatre jeux de cartes-chiffres (numérotées de 0 à 9) pour chaque équipe.

### EXERCICES ÉCRITS

- Cahier d'exercices A : Ex. 11
- Cahier d'exercices A : Ex. 12

## REMARQUES

- Jusqu'ici, les élèves ont eu pour habitude d'additionner des nombres à deux chiffres à l'horizontale, à l'aide de différentes stratégies, comme celle consistant à additionner d'abord les dizaines, puis les unités. Dans cette partie, la forme verticale est introduite dans le cadre de l'addition de nombres à trois chiffres.
- Lorsque l'opération est en colonne, les chiffres des deux nombres sont placés l'un en dessous de l'autre, les unités, dizaines et centaines bien alignées. Une ligne les sépare du résultat de leur addition.
- On commence par additionner les unités. Si la somme atteint ou dépasse 10 unités, on les échange contre une dizaine et on inscrit le nombre d'unités restantes sous la ligne, dans la colonne des unités.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 567 \\ + 235 \\ \hline 2 \end{array}$$

- Ensuite, c'est au tour des dizaines sans oublier la dizaine retenue, s'il y en a une. Si la somme atteint ou dépasse les dix dizaines (100), on les échange contre une centaine et on inscrit le nombre de dizaines restante sous la ligne, dans la colonne des dizaines.

$$\begin{array}{r} 11 \\ 567 \\ + 235 \\ \hline 02 \end{array}$$

- Enfin, on additionne les centaines. L'ensemble du processus est illustré à l'aide de nombres-disques aux pages 28 (sans retenue) et 36 (avec retenue) du manuel de cours.

$$\begin{array}{r} 11 \\ 567 \\ + 235 \\ \hline 802 \end{array}$$

- Dans cette partie, les élèves apprendront à additionner des nombres à l'aide d'opérations en colonne ne nécessitant pas l'usage de retenue. Cette dernière sera introduite dans la partie 4.

- Les élèves doivent avoir assimilé la numération des nombres en unités, dizaines et centaines ainsi que les faits additifs jusqu'à 20. S'ils ne maîtrisent pas encore suffisamment tout cela, donnez-leur un peu plus de temps pour s'exercer d'avantage.
- Dans l'exercice 11 du cahier d'exercices A, les élèves n'ont pas besoin de réécrire les additions en colonne. En revanche, il est préférable que les exercices du manuel de cours correspondant à cette leçon soient retranscrits à la verticale.
- Au fur et à mesure que les élèves s'amélioreront à l'addition des nombres à trois chiffres sous la forme d'opérations en colonne, il est probable qu'ils parviennent à en effectuer certaines à l'horizontale. Et ce, surtout s'ils parviennent aisément à aligner les unités, les dizaines et les centaines de tête. Certains pourront même développer d'autres types de stratégie, comme commencer par additionner les centaines par exemple. Ne les découragez pas car cette souplesse d'esprit indique que l'élève a parfaitement assimilé la numération des nombres en unités, dizaines et centaines. Cependant, il est essentiel qu'ils apprennent à se servir de la présentation en colonne car il s'agit de la forme la plus pratique.

## Annexe 3

Fiche de préparation de la séance « ajouter des centaines et additionner des nombres à 2 chiffres ». Extraite du *guide pédagogique. Méthode de Singapour*, (p. 42-44).

### Séance 2-2a

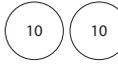
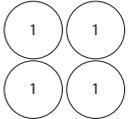
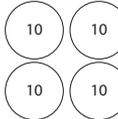
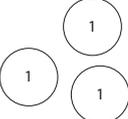
### Ajouter des centaines et additionner des nombres à 2 chiffres

#### COMPÉTENCES

- Connaître et utiliser les techniques opératoires de l'addition et de la soustraction (sur les nombres inférieurs à 1 000).
- Ajouter des unités, des dizaines et des centaines.
- Additionner des nombres à deux chiffres sous la forme d'une opération en colonne.

ÉTAPE	DÉMARCHE	PRÉSENTATION
<b>Ajouter des centaines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuez des tableaux de numération et des disques-nombres aux élèves. Ils leur serviront à retranscrire chaque exemple abordé au cours de la séance.</li> <li>• Présentez-leur votre tableau de numération et demandez-leur : Combien font 5 chaises et 2 chaises ? 5 tables et 2 tables ? 5 éléphants et 2 éléphants ? 5 avions et 2 avions ? 5 unités et 2 unités ? 5 dizaines et 2 dizaines ?</li> <li>• Placez 5 unités dans la partie supérieure de la colonne des unités et deux autres dans la partie inférieure. Écrivez l'opération correspondante.</li> <li>• Faites de même dans la colonne des dizaines, puis dans celle des centaines de façon à ce que les élèves comprennent que l'on additionne les dizaines et les centaines de la même manière que les unités. Tout comme 5 éléphants + 2 éléphants = 7 éléphants, de même 5 centaines + 2 centaines = 7 centaines. Proposez d'autres exemples.</li> <li>• Effectuez l'<b>exercice 1 de la page 29 du manuel de cours</b> (ces opérations n'ont pas besoin d'être réécrites en colonne).</li> </ul>	<p><i>5 unités + 2 unités = 7 unités</i>  <i>5 dizaines + 2 dizaines = 7 dizaines</i>  <i>5 centaines + 2 centaines = 7 centaines</i>  <math>5 + 2 = 7</math>  <math>50 + 20 = 70</math>  <math>500 + 200 = 700</math></p> <p><b>Réponses :</b> (a) 5, (b) 50, (c) 500</p>
<b>Additionner, sans retenue, des nombres à deux chiffres sous la forme d'une opération en colonne.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Annoncez aux élèves qu'ils vont découvrir une nouvelle méthode d'addition, très utile pour les grands nombres ou les additions multiples. Donnez-leur un exemple, tel <math>398 + 476 + 258</math>, et faites-leur remarquer que ces trois nombres sont difficiles à additionner mentalement. La nouvelle méthode permet d'effectuer ce type d'additions plus rapidement.</li> <li>• Au tableau, additionnez deux nombres à deux chiffres sous la forme d'une opération en colonne. Veillez à ce qu'aucune retenue ne soit nécessaire.</li> <li>• Demandez aux élèves de retranscrire l'opération dans leur tableau de numération à l'aide des disques-nombres.</li> </ul>	

- Montrez-leur que, pour une opération en colonne, on doit aligner les chiffres comme dans un tableau de numération. Pour souligner cela, vous pouvez tracer des pointillés pour séparer les colonnes.
- Dites aux élèves que l'on peut commencer par additionner les unités puis les dizaines. Dites « 4 unités plus 3 unités égal 7 unités ». Précisez-leur qu'il faut inscrire la somme des unités en dessous de la colonne des unités.
- Dites « 2 dizaines plus 4 dizaines font 6 dizaines », puis écrivez 6 en dessous de la colonne des dizaines. Pour souligner qu'il s'agit bel et bien de la place des dizaines, vous pouvez commencer par écrire les sommes des unités et des dizaines séparément avant de les additionner à leur tour.
- Demandez aux élèves de copier l'opération en colonne. Ils auront sans doute besoin de s'exercer pour aligner correctement les chiffres.

Centaines	Dizaines	Unités
		
		

$$\begin{array}{r}
 24 \\
 + 43 \\
 \hline
 67
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 24 \\
 + 43 \\
 \hline
 7 \\
 \hline
 60 \\
 \hline
 67
 \end{array}$$

#### S'exercer

- Effectuer les **exercices 2 et 3 de la page 29 du manuel de cours** Faites-leur réécrire les opérations de l'exercice 3 en colonne pour qu'ils s'exercent à aligner correctement les chiffres. Pour l'exercice 11 du cahier d'exercices, ils n'ont pas besoin de transcrire les opérations à la verticale. En classe, cependant, faites-leur systématiquement poser les opérations en colonne (d'ailleurs, la plupart seront désormais présentées ainsi).

#### Réponses :

2. 57
3. (a) 69, (b) 79, (c) 58, (d) 69, (c) 94, (f) 99

#### Exercices écrits

- Cahier d'exercices A : Ex. 11

#### Réponses :

- (a) 8 ; 8  
(b) 8 ; 80  
(c) 8 ; 800
- (a) 7 ; 70 ; 700  
(b) 10 ; 100 ; 1 000
- Horizontal Vertical  
A. 56 A. 58 B. 49 C. 98 D. 57 E. 55 F. 89  
G. 99 H. 75 H. 72 J. 68 I. 38 K. 48 J. 67  
M. 77 K. 46 N. 76 L. 69 O. 95 N. 74 P. 64

## Annexe 4

Fiche de préparation de la séance « additionner des nombres à trois chiffres ». Extraite du *guide pédagogique. Méthode de Singapour*, (p. 44-45).

### Séance 2-2b

### Additionner des nombres à trois chiffres

#### COMPÉTENCE

- Connaître et utiliser les techniques opératoires de l'addition et de la soustraction (sur les nombres inférieurs à 1 000).

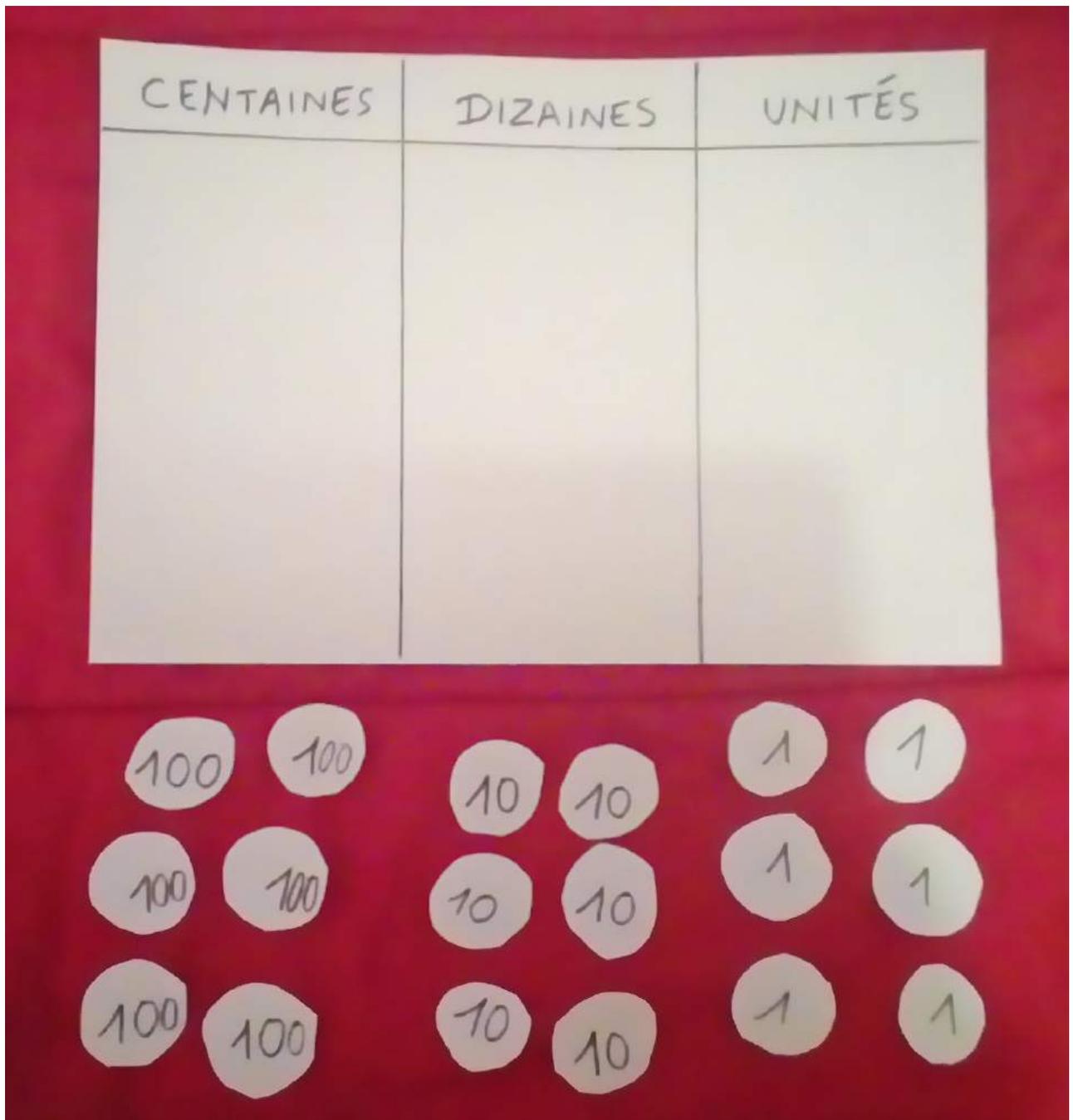
#### OBJECTIFS

- Additionner des nombres à trois chiffres sans retenue.
- Résoudre des problèmes impliquant l'addition de nombres inférieurs à 1 000 sans retenue.

ÉTAPE	DÉMARCHE	PRÉSENTATION
<p><b>Additionner, sans retenue, des nombres à trois chiffres sous la forme d'une opération en colonne.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À l'aide d'un tableau de numération et de disques-nombres, représentez l'addition, sans retenue, d'un nombre à trois chiffres à un nombre à deux, puis à trois chiffres. En guise d'exemples, vous pouvez vous référer à la <b>page 28</b> ainsi qu'aux <b>exercices 4 et 5 des pages 29 et 30 du manuel de cours</b>. Il est impératif de procéder pas à pas et de décrire précisément les procédures et résultats obtenus dans le tableau de numération avec les disques-nombres.</li> <li>• Donnez aux élèves d'autres exemples d'addition à résoudre en classe.</li> <li>• Demandez-leur d'effectuer l'<b>exercice 6 de la page 30 du manuel de cours</b>. Faites-leur réécrire les opérations en colonne, en veillant à l'alignement des chiffres. Ils n'ont pas besoin d'utiliser de tableau de numération et de disques-nombres.</li> <li>• Il peut arriver que certains élèves additionnent mentalement les nombres à trois chiffres à l'image de ce qu'ils faisaient avec les nombres à deux chiffres (en additionnant d'abord les centaines, puis les dizaines et enfin les unités). Ils peuvent agir ainsi librement lors de la pratique autonome.</li> </ul>	$\begin{array}{r} 637 \\ + 22 \\ \hline 659 \end{array}$ $\begin{array}{r} 225 \\ + 362 \\ \hline 587 \end{array}$ <p><b>Réponses :</b>            4. 285            5. 387</p> <p><b>Réponses :</b>            6. (a) 134 (b) 290 (c) 197            (d) 589 (e) 576 (f) 595</p>
<p><b>Résoudre des problèmes impliquant l'addition de nombres inférieurs à 1 000 sans retenue.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lisez ensemble l'<b>exercice 7 de la page 30 du manuel de cours</b>. Les élèves doivent déduire de l'énoncé que nous sommes à la recherche d'un tout dont nous connaissons les deux parties (il faut donc additionner).</li> </ul>	<p><b>Réponses :</b>            7. 189, 189, 189</p>

## Annexe 5

Disques-nombres et tableau de numération issue de la *Méthode de Singapour*.



## Annexe 6

Fiche de préparation de la séquence « addition : calcul réfléchi, nombres inférieurs à 100 », extraite du *guide pédagogique de Cap Maths*, (p. 68).

3

UNITÉ 3

Addition : calcul réfléchi  
(nombres inférieurs à 100)

SÉANCE 2

FICHIER NOMBRES p. 27

	Tâche	Matériel	Connaissances travaillées
CALCULS DICTÉS	<b>Doubles et moitiés jusqu'à 20</b> – Donner rapidement les doubles et les moitiés	par élève : FICHIER NOMBRES p. 27 <b>1</b>	– Doubles et moitiés – Répertoire additif.
RÉVISER Nombres	<b>Comparaison de nombres</b> – Comparer des nombres inférieurs à 100.	par élève : FICHIER NOMBRES p. 27 <b>2</b> et <b>3</b>	– Comparer des nombres – Utiliser les symboles < et >.
APPRENDRE Calcul	<b>Calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres</b> <b>RECHERCHE « Combien de perles ont-ils ensemble ? »</b> – Trouver le nombre de perles obtenu en réunissant plusieurs quantités de perles données en dizaines et unités.	par équipe : – 9 cartes de 10 perles et 20 cartes de 1 perle > fiche 5 à 8 par élève : – ardoise ou cahier de brouillon FICHIER NOMBRES p. 27 <b>4</b> et <b>5</b>	– Calcul réfléchi : addition de nombres inférieurs à 100 – Dizaines et unités – Valeur positionnelle des chiffres.

### CALCULS DICTÉS

#### Doubles et moitiés • Mémorisation

– Donner rapidement des doubles et des moitiés (domaine des nombres inférieurs à 20).

COLLECTIF

FICHIER NOMBRES ET CALCULS p. 27

#### Exercice 1

- Dictier les calculs. Les réponses sont données dans le fichier.
- Procéder à une correction immédiate après chaque calcul (voir commentaire ci-dessous).

Double de : a. 8    b. 7    c. 9    d. 6  
 Moitié de : e. 8    f. 12    g. 16    h. 14

RÉPONSE : a. 16    b. 14    c. 18    d. 12    e. 4    f. 6    g. 8    h. 7.

Les résultats de ces calculs doivent pouvoir être donnés instantanément, dans la mesure où les doubles sont des points d'appui importants pour reconstituer certains résultats. Ils doivent être parfaitement maîtrisés en début de CE1.

### RÉVISER

#### Comparaison des nombres

– Comparer des nombres inférieurs à 100.

INDIVIDUEL

FICHIER NOMBRES ET CALCULS p. 27

#### Comparer des nombres

2 Complète avec < ou >.

38 ..... 47    40 ..... 29    17 ..... 71    86 ..... 76  
 29 ..... 38    46 ..... 64    79 ..... 89    78 ..... 88

3 Entoure tous les nombres plus petits que 54.  
 Souligne tous les nombres plus grands que 45.

90    48    35    74    50    39    93    72    32    28    9    61

#### Exercice 2

- Avant le traitement de l'exercice, demander aux élèves de produire des expressions avec les signes < et >. Rappeler que < est lu « plus petit que » et > est lu « plus grand que ».

RÉPONSE : 38 < 47    40 > 29    17 < 71    86 > 76  
 29 < 38    46 < 64    79 < 89    78 < 88.

#### Exercice 3

- Signaler que certains nombres peuvent être à la fois entourés et soulignés.

RÉPONSE : Plus petits que 54 : 48 ; 35 ; 50 ; 39 ; 32 ; 28 ; 9.  
 Plus grands que 45 : 90 ; 48 ; 74 ; 50 ; 93 ; 72 ; 61.

# Annexe 7

Fiche de préparation de la séquence « calcul réfléchi : somme de 2 ou 3 nombres inférieurs à 100. », extraite du guide pédagogique de Cap Maths, (p. 69-70).

## APPRENDRE

### Calcul réfléchi : Somme de 2 ou 3 nombres • Combien de perles ont-ils ensemble ?

– Calculer la somme de 2 ou nombres inférieurs à 100 par un calcul réfléchi.

## RECHERCHE

« Combien ont-ils ensemble ? » : Les élèves doivent trouver et exprimer par un nombre écrit en chiffres la quantité de perles obtenue en réunissant deux ou trois quantités de perles exprimées en dizaines et unités et par des nombres écrits en chiffres.

### PHASE 1 Calcul de 32 + 54

- Placer 3 cartes « 1 dizaine » et 2 cartes « 1 unité » dans l'enveloppe d'Alex, et 5 cartes « 1 dizaine » et 4 cartes « 1 unité » dans l'enveloppe de Lisa.
- Montrer le contenu de l'enveloppe d'Alex. Demander le nombre total de perles qu'elle contient : 32 perles. Écrire au tableau : « Alex : 3 dizaines et 2 unités → 32 perles ». Recommencer avec l'enveloppe de Lisa et écrire au tableau sans disposition particulière des nombres : « Lisa : 5 dizaines et 4 unités → 54 perles ».
- Présenter le problème à résoudre :

→ Je mets toutes les perles d'Alex et de Lisa dans cette nouvelle enveloppe (le faire devant les élèves). Vous devrez trouver combien il y a de perles dans cette enveloppe ? À la fin, nous pourrions vérifier en ouvrant l'enveloppe.

- Recherche par équipes de 2, une réponse commune doit être produite.

Dans cette activité, à partir du contexte des perles, les questions doivent amener les élèves à utiliser ou à reconstruire des techniques de calcul réfléchi rencontrées au CP. Dans la séance suivante, ces techniques déboucheront sur le calcul posé en colonnes.

Les nombres sont écrits au tableau sous deux formes (en dizaines et unités) et en écriture ordinaire de façon à les inciter à mobiliser leurs connaissances relatives à la numération décimale.

### PHASE 2 Mise en commun

- Recenser les réponses. Au début, certains élèves donnent peut-être le contenu de l'enveloppe en énonçant uniquement le nombre totale de dizaines et d'unités ; leur demander alors le nombre total de perles exprimé en chiffres.
- Faire expliciter et justifier les méthodes utilisées. Chaque méthode peut être illustrée à l'aide du matériel, ce qui permet de vérifier le résultat obtenu, par exemple :

#### SYNTHÈSE

1<sup>re</sup> méthode : dessin des cartes dizaines et unités et regroupement.

2<sup>e</sup> méthode : calcul réfléchi fondé sur une décomposition en dizaines et unités, puis regroupement :



RÉPONSE : 8 dizaines et 6 unités donc 86 perles

3<sup>e</sup> méthode : calcul réfléchi fondé sur une décomposition des deux nombres :  $30 + 2 + 50 + 4$ , puis calcul de  $30 + 50$  et de  $2 + 4$ , etc.

4<sup>e</sup> méthode : addition posée (technique usuelle), en faisant éventuellement référence à la décomposition des nombres en dizaines et unités.

- Dans tous les cas, on arrive à  $32 + 54 = 86$
- Conserver une trace au tableau ou sur une affiche des méthodes correctes caractéristiques : les élèves pourront s'y référer pour les problèmes suivants. Cette affiche servira également de référence au cours des séances suivantes.
- Si une des méthodes 2 et 3 (calcul réfléchi à partir des décompositions en dizaines et unités ou du type  $32 = 30 + 2$ ) n'apparaît pas, l'enseignant la suggère en l'expliquant. En effet, il est important d'une part de faire prendre conscience aux élèves de la diversité des moyens de calculer, d'autre part de leur permettre d'évoluer vers des méthodes plus efficaces.

Chaque méthode peut être illustrée à l'aide du matériel «perles» et soutenue par une écriture, comme ci-dessus.

Au début, l'utilisation de dessins peut être fréquente. Dans les problèmes suivants, sans en interdire l'utilisation, inciter les élèves qui en ont la possibilité à recourir au calcul.

La disposition en colonnes est abordée en fin de CP. Il est donc possible qu'elle n'apparaisse pas. Dans ce cas, elle n'est pas présentée au cours de cette séance. Elle le sera dans la séance suivante.

### PHASE 3 Calcul de 38 + 26

- Reprendre le même déroulement (recherche, puis mise en commun) avec un nouveau problème :

Alex	Lisa
3 dizaines	2 dizaines
et 8 unités	et 6 unités
(38 perles)	(26 perles)

### PHASE 4 Mise en commun et synthèse

#### SYNTHÈSE

Même déroulement qu'en phase 2. Deux méthodes sont particulièrement valorisées.

1<sup>re</sup> méthode : calcul réfléchi fondé sur une décomposition en dizaines et unités, puis regroupement :



On arrive donc à 5 dizaines et 14 unités. Mais 14 unités = 1 dizaine + 4 unités.

On a donc au total : 6 dizaines et 4 unités, donc 64 perles

2<sup>e</sup> méthode : calcul réfléchi fondé sur une décomposition des deux nombres :  $30 + 8 + 20 + 6$ , puis calcul de  $30 + 20 = 50$  et de  $8 + 6 = 14$ , puis  $50 + 14 = 64$ .

- Dans tous les cas, on arrive à  $38 + 26 = 64$ . Insister sur le fait que :  $8 \text{ unités} + 6 \text{ unités} = 14 \text{ unités} = 1 \text{ dizaine} + 4 \text{ unités}$
- Conserver une trace au tableau ou sur une affiche de ces deux méthodes: les élèves pourront s'y référer pour le problème suivant.



## Annexe 8

### Fiche de préparation de la séquence « additionner avec retenue », extraite du *guide pédagogique de la Méthode de Singapour*, (p. 52).

<b>Quatrième partie</b>	<b>Additionner avec retenue</b>	<b>7 séances</b>
-------------------------	---------------------------------	------------------

#### OBJECTIFS

- Additionner, sans retenue, des nombres inférieurs à 1 000 sous la forme d'opérations en colonne.
- Résoudre des problèmes impliquant l'addition, sans retenue, de nombres inférieurs à 1 000.

#### MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Disques-nombres (numérotés 1, 10 et 100) magnétiques
- Disques-nombres (numérotés 1, 10 et 100) pour les élèves.
- Tableaux de numération pour les élèves.
- 1 tableau des centaines magnétique.
- 1 tableau des centaines par élève.
- Quatre jeux de cartes-chiffres (numérotées de 0 à 9) pour chaque équipe.
- 1 cube-nombre numéroté de 1 à 6 et 1 cube-nombre numéroté de 4 à 9 par équipe.
- Cartes-opérations (additions de deux ou trois nombres inférieurs à 1000, voir activité 2,4 g)
- 1 page de calendrier par élève ou par équipe.

#### EXERCICES ÉCRITS

- Cahier d'exercices A : Ex. 15
- Cahier d'exercices A : Ex. 16
- Cahier d'exercices A : Ex. 17
- Cahier d'exercices A : Ex. 18
- Cahier d'exercices A : Ex. 19

#### REMARQUES

- Dans cette partie, les élèves vont apprendre à effectuer des additions nécessitant une ou plusieurs retenues. Ils apprendront également à ajouter de tête des unités et des dizaines à des nombres inférieurs à 1 000.
- Désormais, toutes les additions des exercices du manuel de cours devront être réécrites sous la forme d'opérations en colonne. En revanche, les additions horizontales de l'exercice 15 du cahier d'exercices n'ont pas besoin d'être modifiées. Les élèves doivent être capables de trouver le résultat en distinguant mentalement les unités, des dizaines et des centaines additionnées.
- Montrez les différentes étapes de l'addition nécessitant une ou plusieurs retenues à l'aide des disques-nombres et du tableau de numération. En effet, observer les images du manuel de cours ne suffit pas car ces dernières, statiques par essence, se contentent de montrer le résultat final.
- Certains élèves feront peut-être appel à d'autres techniques de calcul mental pour trouver les résultats des additions et des soustractions nécessitant une ou plusieurs retenues. Des stratégies supplémentaires seront abordées dans un prochain chapitre de ce guide pédagogique, ainsi que dans celui du niveau supérieur (CE2). Lorsque les élèves travaillent de façon autonome ou à la maison, ne leur imposez pas de technique particulière. Laissez-les développer une certaine souplesse mentale à travers l'expérimentation d'autres méthodes de regroupement. Ils établiront ainsi leurs propres critères pour déterminer, parmi les problèmes rencontrés, ceux qui peuvent être résolus de tête, ceux pour qui il est préférable de poser l'opération en colonne et ceux pour lesquels une autre technique est préférable.

## Annexe 9

Fiche de préparation des séances « additionner des unités à des dizaines avec retenue » et « additionner des dizaines à des centaines avec retenue. » extraites du *guide pédagogique de la Méthode de Singapour*, (p. 56-58).

### Séance 2-4b

### Additionner des unités à des dizaines avec retenue

#### COMPÉTENCE

- Connaître et utiliser les techniques opératoires de l'addition et de la soustraction (sur les nombres inférieurs à 1 000).

#### OBJECTIF

- Additionner des nombres inférieurs à 1 000 nécessitant une retenue au niveau des unités.

ÉTAPE	DÉMARCHE	PRÉSENTATION						
<p><b>Additionner deux nombres inférieurs à 1 000 nécessitant une retenue au niveau des unités</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuez aux élèves des tableaux de numération et des disques-nombres.</li> <li>• Écrivez l'opération <math>36 + 8</math> au tableau et demandez aux élèves de trouver le résultat.</li> <li>• Montrez-leur les différentes étapes à suivre pour résoudre l'opération. Placez 3 dizaines et 6 unités dans le tableau de numération, puis ajoutez 8 unités supplémentaires.</li> <li>• Posez maintenant l'addition en colonne et décrivez à nouveau chaque étape.</li> </ul>	<p><math>36 + 8</math></p> <p>Centaines Dizaines Unités</p>						
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Centaines</th> <th>Dizaines</th> <th>Unités</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Centaines	Dizaines	Unités				
Centaines	Dizaines	Unités						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y a trop d'unités dans la colonne des unités. Demandez aux élèves combien il y en a (14). Il faut donc transformer dix unités en une dizaine et la placer dans la colonne des dizaines. On obtient donc 4 dizaines et 4 unités.</li> <li>• Pour l'opération en colonne, on illustre cette étape en plaçant la dizaine supplémentaire au-dessus du 3 et les unités restantes sous le trait dans la colonne des unités.</li> </ul>	$  \begin{array}{r}  1 \\  36 \\  + 8 \\  \hline  44  \end{array}  $						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il ne reste plus qu'à additionner les dizaines (1 dizaine + 3 dizaines) et à écrire le résultat sous le trait, dans la colonne des dizaines.</li> <li>• Écrivez l'opération <math>36 + 28</math> au tableau sous la forme d'une opération en colonne. Guidez les élèves tandis qu'ils cherchent le résultat de cette addition (voir également la <b>page 36 du manuel de cours</b>). Pour chaque étape du mode opératoire, présentez-la d'abord dans le tableau de numération, puis dans l'addition en colonne.</li> <li>• Recommencez avec l'opération <math>336 + 28</math>. L'addition des unités et des dizaines ne change pas, mais cette fois-ci, des centaines sont impliquées.</li> <li>• Recommencez avec l'opération <math>336 + 128</math>. Additionnez les unités et les dizaines de la même manière, puis additionnez les centaines.</li> <li>• Donnez aux élèves d'autres exemples d'addition de nombres à deux ou trois chiffres impliquant une retenue au niveau des unités (Vous pouvez piocher dans les <b>exercices 1 (#g à l) à 5 des pages 37 et 38</b> du manuel de cours). Résolvez certaines en vous aidant des disques-nombres, d'autres sans.</li> </ul>	$\begin{array}{r} 1 \\ 36 \\ + 28 \\ \hline 64 \end{array}$ $\begin{array}{r} 1 \\ 336 \\ + 28 \\ \hline 364 \end{array}$
<b>S'exercer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demandez aux élèves d'effectuer le reste des <b>exercices 1 (#g à l) à 5 des pages 37 et 38 du manuel de cours</b> de façon autonome. Si vous manquez de temps, gardez les exercices restants pour une séance de révision.</li> </ul>	<p><b>Réponses :</b></p> <p>1. (g) 42 (h) 80 (i) 86 (j) 83 (k) 70 (l) 100  2. 361  3. (a) 323 (b) 231 (c) 572 (d) 656 (e) 770 (f) 390  4. 390  5. (a) 492 (b) 671 (c) 763 (d) 881 (e) 610 (f) 990</p>
<b>Exercices écrits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cahier d'exercices A : Ex. 15, # 3 Cahier d'exercices A : Ex. 16, # 1</li> </ul>	<p><b>Réponses :</b></p> <p>Ex. 15  3. A. 81 E. 92 I. 93  J. 72 N. 82 O. 95 R. 84 S. 70 U. 80  V. 71 X. 83 Y. 73  JOYEUX ANNIVERSAIRE  Ex. 16  1. 981 373 471 793 872 376 750 675 890</p>

## Annexe 10

Fiche de préparation des séances « additionner des unités à des dizaines avec retenue » et « additionner des dizaines à des centaines avec retenue. » extraites du *guide pédagogique de la Méthode de Singapour*, (p. 60-61).

### Séance 2-4c

### Additionner des dizaines à des centaines avec retenue

#### COMPÉTENCE

- Connaître et utiliser les techniques opératoires de l'addition et de la soustraction (sur les nombres inférieurs à 1 000).

#### OBJECTIF

- Additionner des nombres inférieurs à 1 000 nécessitant une retenue au niveau des dizaines.

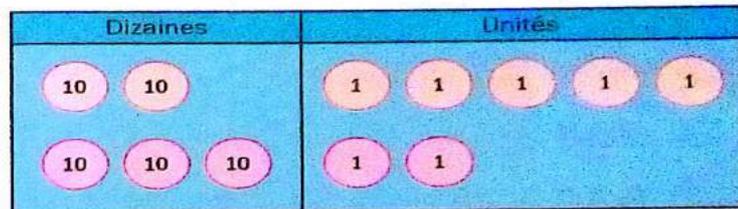
ÉTAPE	DÉMARCHE	PRÉSENTATION
<p><b>Additionner deux nombres inférieurs à 1 000 nécessitant une retenue au niveau des dizaines</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuez aux élèves des tableaux de numération et des disques-nombres.</li> <li>• Aidez les élèves à résoudre les opérations suivantes : <math>63 + 56</math>, <math>563 + 56</math> (<b>exercice 6 de la page 38 du manuel de cours</b>) et <math>563 + 356</math>. Dites-leur de poser les opérations en colonne et de s'aider du tableau de numération. Cette fois-ci, il n'y a pas besoin de retenir d'unités. On obtient cependant 11 dizaines. Il faut donc en transformer une en une centaine. Montrez cela en plaçant une retenue au-dessus de la colonne des centaines et ce qui reste de dizaines sous le trait.</li> <li>• Donnez d'autres exemples si nécessaire et présentez-les avec ou sans le tableau de numération.</li> </ul>	$\begin{array}{r} 63 \\ + 56 \\ \hline 119 \end{array}$ $\begin{array}{r} 1 \\ 563 \\ + 56 \\ \hline 619 \end{array}$ $\begin{array}{r} 1 \\ 563 \\ + 356 \\ \hline 919 \end{array}$
S'exercer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demandez aux élèves d'effectuer les <b>exercices 7 10 des pages 38 et 39 du manuel de cours</b>.</li> </ul>	<p><b>Réponses :</b></p> <p>7. 619</p> <p>8. (a) 352 (b) 644 (c) 448 (d) 724 (e) 500 (f) 309</p> <p>9. 527</p> <p>10. (a) 617 (b) 826 (c) 608 (e) 808 (c) 618 (f) 929</p>
Exercices écrits	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cahier d'exercices A : Ex. 16, # 2</li> </ul>	<p><b>Réponses :</b></p> <p>2. 865 435 826 327 519 787 900 627 318 « avion »</p>

## Annexe 11

Exercices 2 et 3 page 29, extraits du manuel de cours, la Méthode Singapour, (p. 29).

2 Additionnez 25 et 32.

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 32 \\ \hline \end{array}$$



3 Trouvez le résultat de :

a  $61 + 8$

b  $75 + 4$

c  $34 + 24$

d  $19 + 50$

e  $60 + 34$

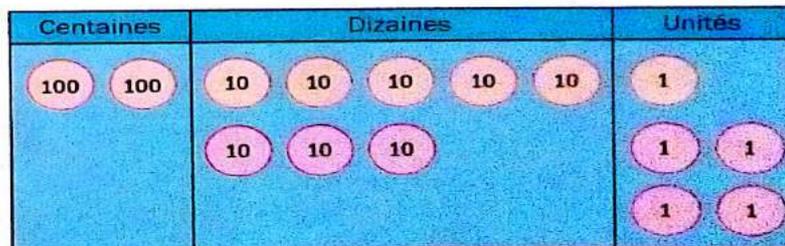
f  $70 + 29$

## Annexe 12

Exercices 4 page 29 et 5 page 30, extraits du manuel de cours, la Méthode Singapour, (p. 29-30).

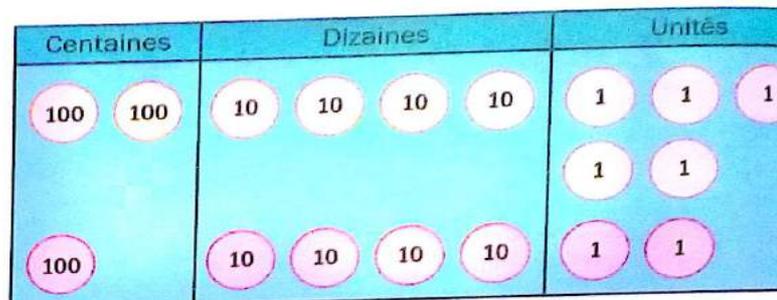
4 Additionnez 251 et 34.

$$\begin{array}{r} 251 \\ + 34 \\ \hline \end{array}$$



5 Additionnez 245 et 142.

$$\begin{array}{r} 245 \\ + 142 \\ \hline \end{array}$$



## Annexe 13

Exercices 6 page 30, extraits du manuel de cours, la Méthode Singapour, (p. 30).

6 Trouvez le résultat de :

a  $104 + 30$    b  $230 + 60$    c  $125 + 72$

d  $539 + 50$    e  $442 + 134$    f  $342 + 253$

## Annexe 14

Erreur de l'élève E, réussite des élèves F et G pour l'exercice 6 page 30, extraits du manuel de cours, la Méthode Singapour.

Élève E

$$\begin{array}{r} 442 \\ + 134 \\ \hline 556 \end{array}$$

Élève F

$$\begin{array}{r} 442 \\ + 134 \\ \hline 576 \end{array}$$

Élève G

$$\begin{array}{r} 442 \\ + 134 \\ \hline 576 \end{array}$$

## Annexe 15

Exercices d'élèves lors de l'évaluation « additionner, avec retenue, deux nombres jusqu'à 1000 à l'aide d'opérations en colonnes. »

Élève J

$$\begin{array}{r} 1 \\ 717 \\ + 590 \\ \hline 707 \end{array}$$

Élève K

$$\begin{array}{r} 17 \\ 346 \\ + 689 \\ \hline 1035 \end{array}$$

Élève L

$$\begin{array}{r} 326 \\ + 6385 \\ \hline 9861 \end{array}$$

Élève M

$$\begin{array}{r} 346 \\ + 689 \\ \hline \cancel{0}\cancel{3}\cancel{5} \\ 1035 \end{array}$$

Élève N

$$\begin{array}{r} 11 \\ 346 \\ + 689 \\ \hline \cancel{10}\cancel{3}\cancel{5} \\ 1035 \end{array}$$

Élève O

$$\begin{array}{r} 21 \\ 789 \\ + 227 \\ \hline \cancel{1}\cancel{0}\cancel{1} \\ 1016 \end{array}$$

# TABLE DES MATIERES

<b>Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Recherches théoriques.....</b>	<b>4</b>
1.1. Mobiliser efficacement des stratégies cognitives pour apprendre les mathématiques.....	4
1.2. Nécessité de la construction du sens pour apprendre les mathématiques.....	5
1.3. Ce qu'est l'enseignement explicite.....	7
1.4. Les apports de l'enseignement explicite à l'enseignement constructiviste.....	8
1.4.1. Apprendre à mobiliser ses stratégies cognitives.....	8
1.4.2. Enseigner la mobilisation des stratégies cognitives de l'élève.....	11
1.5. Les Instructions Officielles.....	13
<b>2. Pratiques d'enseignements.....</b>	<b>15</b>
2.1. Contexte pédagogique.....	15
2.1.1. Cadre temporel.....	15
2.1.2. Variables observées.....	15
2.1.3. Cadre de l'enseignement.....	16
2.1.4. Méthodes utilisées.....	16
2.2. Mise en oeuvre de l'enseignement explicite comme complément à l'enseignement constructiviste.....	17
2.2.1. Préparation de la gestion des apprentissages.....	17
2.2.1.1. Additions posées et sans retenue des nombres jusqu'à 1000.....	17
2.2.1.2. Additions posées et avec retenues des nombres jusqu'à 1000.....	19
2.3. Analyse des résultats.....	20
2.3.1. Additions posées et sans retenue des nombres jusqu'à 1000.....	20
2.3.1.1. Première séance ( <i>Cap Maths</i> ).....	20
2.3.2. Additions posées et avec retenues des nombres jusqu'à 1000.....	26
<b>Conclusion.....</b>	<b>29</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>31</b>
<b>Webographie.....</b>	<b>32</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>33</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>49</b>
Résumé (français).....	50
Résumé (anglais).....	50

## **Résumé (français)**

Ce mémoire questionne la nécessité de mobiliser les stratégies cognitives des élèves en mathématiques en ayant recours à la métacognition. Ainsi, nous nous sommes demandés dans quelles mesures la mobilisation de ces stratégies cognitives pouvaient favoriser l'apprentissage des mathématiques des élèves. De plus, la construction du sens semblait aussi nécessaire pour favoriser cet apprentissage. C'est pourquoi, une expérimentation de deux fois trois semaines a été menée afin de connaître l'influence de l'enseignement explicite sur la mobilisation des stratégies cognitives au moyen de stratégies d'enseignements et en complément de l'enseignement constructiviste qui a été mis en œuvre dans la classe dès la rentrée 2016-2017.

## **Résumé (anglais)**

This paper discusses the need to mobilize cognitive strategies of students in mathematics through the use of metacognition. We questioned the extent to which the mobilization of these cognitive strategies could promote the learning of students' mathematics. Moreover, the construction of meaning also seemed necessary to promote this learning. For this reason, a two-week experiment was carried out to determine the influence of explicit teaching on the mobilization of cognitive strategies by means of teaching strategies and in addition to the constructivist teaching which was Implemented in the classroom from the beginning of 2016-2017.